

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



**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SALES DE CALCIO EN LA MEJORA DE  
LAS PROPIEDADES FISIQUÍMICAS Y LA CONSERVACIÓN DE DOS  
VARIEDADES DE TUNAS (*Opuntia ficus indica*)”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**DEYSY YENY CONDORI MAMANI**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PROMOCIÓN: 2013 II**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

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



**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SALES DE CALCIO EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y LA CONSERVACIÓN DE DOS VARIEDADES DE TUNAS (*Opuntia ficus indica*)”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**DEYSY YENY CONDORI MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25 DE ENERO DE 2017**

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

**PRESIDENTE**

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

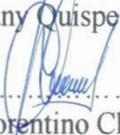
**PRIMER MIEMBRO**

: .....   
Ing. Saïre Roenfi Guerra Lima

**SEGUNDO MIEMBRO**

: .....   
Ing. Whany Quispe Chambi

**DIRECTOR**

: .....   
Ing. M.Sc. Victor Florentino Choquehuanca Cáceres

**ASESOR (A)**

: .....   
D.Sc. Rosario Edely Ortega Barriga

**PUNO – PERÚ**

**2017**

**Área: Ingeniería y tecnología**

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

**DEDICATORIA**

*A Dios, por iluminarme en todo momento, por todas las bendiciones, por muchas alegrías en mi vida, por los desafíos que me hacen más fuerte y por la esperanza de que todo va estar mejor.*

*Con todo mi amor y cariño para las personas que me dieron la vida, por su amor, apoyo incondicional, dándome ejemplos de superación y entrega.*

*Papá y mamá*

*A mis hermanitos Yumi, Ronald y Mijael por su amor y apoyo incondicional.*

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Ciencias Agrarias y la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por la preparación y la formación profesional.

A mi director de tesis Ing. M.Sc. Victor Florentino Choquehuanca Cáceres por su tutoría y orientación en el desarrollo de la investigación.

A la D.Sc. Rosario Edely Ortega Barriga por su apoyo y asesoramiento a lo largo de la realización de esta tesis.

A los miembros del jurado por sus comentarios en todo el proceso de elaboración de la tesis y a sus atinadas correcciones.

Al personal administrativo, por las facilidades brindadas en los laboratorios y las instrucciones en operaciones en equipos para la ejecución del presente trabajo.

A mis amigos por los gratos momentos compartidos y por brindarme su apoyo moral.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN .....	9
CAPÍTULO I .....	10
INTRODUCCIÓN .....	10
CAPÍTULO II .....	11
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	11
2.1. TUNA .....	11
2.1.1. Clasificación Taxonómica de la Tuna ( <i>Opuntia ficus indica</i> ).....	11
2.1.2. Variedades de la Tuna. ....	11
2.1.3. Composición Química de la Tuna .....	11
2.1.4. Manejo Post-cosecha de la Tuna. ....	12
2.1.5. Cambios Físicoquímicas en Post-cosecha .....	13
2.2. VIDA ÚTIL .....	15
2.2.1. Reacción de orden cero .....	15
2.2.2. Vida útil de la tuna.....	16
2.3. CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS .....	16
2.4. SALES DE CALCIO .....	17
2.4.1. Aplicación de baños cálcicos .....	17
CAPÍTULO III.....	18
MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	18
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL .....	18
3.2.1. Materia Prima .....	18
3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS .....	18
3.3.2. Equipos .....	18
3.3.3. Reactivos.....	19
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	20
3.4.1. Metodología para inmersión con sales de la fruta estudiada .....	20
3.5. FACTORES DE ESTUDIO.....	21

3.5.1. Evaluar el efecto de la adición de sales de calcio en la mejora de las propiedades fisicoquímicas en dos variedades de tunas .....	21
3.5.1.1 Variables independientes .....	21
3.5.1.2 Variables dependientes .....	21
3.5.2. Evaluar el tiempo de vida útil de dos variedades de tunas sometidas a inmersión en sales de calcio .....	21
3.5.2.1. Variables independientes .....	21
3.5.2.2 Variables dependientes .....	22
3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	22
3.6.1. Determinación de Pérdida de Peso .....	22
3.6.2. Determinación de la firmeza.....	22
3.6.3. Determinación de Sólidos Solubles .....	22
3.6.4. Determinación de acidez.....	22
3.6.5. Determinación de la capacidad antioxidante .....	23
3.6.6. Determinación de contenido de Vitamina C.....	24
3.6.7. Vida útil .....	25
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	26
CAPÍTULO IV .....	27
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	27
4.1. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SALES DE CALCIO EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y LA CONSERVACIÓN DE DOS VARIEDADES DE TUNAS ( <i>Opuntia ficus indica</i> ).....	27
4.1.1. Pérdida de peso.....	27
4.1.2. Firmeza.....	30
4.1.3. Sólidos solubles.....	33
4.1.4. Acidez.....	35
4.1.5. Capacidad antioxidante .....	38
4.1.6. Vitamina C .....	41
4.1.7. Vida útil.....	44
CONCLUSIONES .....	48
RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA .....	50
ANEXOS .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1</b>	Composición química de la pulpa de tuna. 12
<b>Tabla 2</b>	Características del fruto de la tuna ( <i>Opuntia ficus indica</i> ) según grado de maduración. 12
<b>Tabla 3</b>	Resultados de pérdida de peso durante el almacenamiento de tunas variedad blanca. 27
<b>Tabla 4</b>	Resultados de pérdida de peso durante el almacenamiento de tunas variedad morada. 28
<b>Tabla 5</b>	Resultados de firmeza durante el almacenamiento de tunas variedad blanca. 30
<b>Tabla 6</b>	Resultados de firmeza durante el almacenamiento de tunas variedad morada. 31
<b>Tabla 7</b>	Resultados de sólidos solubles durante el almacenamiento de tunas variedad blanca. 33
<b>Tabla 8</b>	Resultados de sólidos solubles durante el almacenamiento de tunas variedad morada. 34
<b>Tabla 9</b>	Resultados de acidez durante el almacenamiento de tunas variedad blanca. 36
<b>Tabla 10</b>	Resultados de acidez durante el almacenamiento de tunas variedad morada. 37
<b>Tabla 11</b>	Resultados de capacidad antioxidante durante el almacenamiento de tunas variedad blanca. 39
<b>Tabla 12</b>	Resultados de capacidad antioxidante durante el almacenamiento de tunas variedad morada. 40
<b>Tabla 13</b>	Resultados de vitamina C durante el almacenamiento de tunas variedad blanca. 41
<b>Tabla 14</b>	Resultados de vitamina C durante el almacenamiento de tunas variedad morada. 43
<b>Tabla 15</b>	Resultados de vida útil durante el almacenamiento de tunas variedad blanca. 45
<b>Tabla 16</b>	Resultados de vida útil durante el almacenamiento de tunas variedad morada. 46

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1</b>	Diagrama de flujo para el desarrollo de la metodología experimental. 20
<b>Figura 2</b>	Efecto de sales de calcio en el porcentaje de pérdida de peso variedad blanca. 27
<b>Figura 3</b>	Efecto de sales de calcio en el porcentaje de pérdida de peso en variedad morada. 28
<b>Figura 4</b>	Efecto de sales de calcio sobre la firmeza en variedad blanca. 30
<b>Figura 5</b>	Efecto de sales de calcio sobre la firmeza en variedad morada. 32
<b>Figura 6</b>	Efecto de sales de calcio sobre los sólidos solubles en variedad blanca. 33
<b>Figura 7</b>	Efecto de sales de calcio sobre los sólidos solubles en variedad morada. 34
<b>Figura 8</b>	Efecto de sales de calcio sobre la acidez en variedad blanca. 36
<b>Figura 9</b>	Efecto de sales de calcio sobre la acidez en variedad morada. 37
<b>Figura 10</b>	Efecto de sales de calcio sobre la capacidad antioxidante en variedad blanca. 39
<b>Figura 11</b>	Efecto de sales de calcio sobre la capacidad antioxidante en variedad morada. 40
<b>Figura 12</b>	Efecto de sales de calcio sobre la vitamina C en variedad blanca. 42
<b>Figura 13</b>	Efecto de sales de calcio sobre la vitamina C en variedad morada. 43
<b>Figura 14</b>	Comparación de pérdida de peso para los diferentes tratamientos de sales de calcio en variedad blanca. 45
<b>Figura 15</b>	Comparación de pérdida de peso para los diferentes tratamientos de sales de calcio en variedad morada. 46

## RESUMEN

La tuna (*Opuntia ficus indica*), es un fruto no climatérico y es muy perecedero. Por esta razón, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de sales de calcio en la mejora de las propiedades fisicoquímicas y la conservación de dos variedades de tuna, blanca y morada (*Opuntia ficus indica*). Se aplicó las sales de calcio (cloruro de calcio y lactato de calcio) al 2% y 3%, se planteó cuatro tratamientos por cada variedad los cuales fueron: T1, T2, T3 y T4, a su vez se determinó la vida útil, mediante la ecuación de orden de reacción cero considerando una pérdida de 8% de peso como máximo, almacenado durante un periodo de 15 días a temperaturas 5°C, 15°C y 25°C con intervalos de 5 días para realizar la medición de: pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles, acidez titulable, vitamina C y capacidad antioxidante. El T2 para la tuna variedad blanca considerando con mejor comportamiento hasta los 15 días de almacenamiento tuvo una pérdida de peso de: 9,58%; firmeza 3,48Kg/cm<sup>2</sup>; sólidos solubles 11,95 °Brix; acidez 0,065% de ácido cítrico; vitamina C 20,36 mg/100g, y en la capacidad antioxidante con 2,522 μmol eq. de trolox/g., no se encontró cambios significativos. Respecto a la tuna de variedad morada el T2 también presento similares resultados hasta los 15 días de almacenamiento los cuales fueron: una pérdida de peso de: 10,45%; firmeza 2,95Kg/cm<sup>2</sup>; sólidos solubles 11,73 °Brix; acidez 0,057% de ácido cítrico; vitamina C 22,29mg/100g, y no hubo diferencias en la capacidad antioxidante, el resultado fue de 3,080μmol eq.de trolox/g. respecto a la vida útil, en la variedad blanca se obtuvo un tiempo calculado de 16 días a 5°C al 3% de cloruro de calcio, y para la variedad morada con una vida útil de 15 días a 5°C al 3% de cloruro de calcio. Concluyendo que al 3% de cloruro de calcio mantienen las características fisicoquímicas en variedad blanca, prolongando su vida útil.

**Palabras clave:** Tuna, sales de calcio, conservación.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La tuna es una fruta no climatérica, y es un fruto altamente perecedero. Sin ningún tipo de acondicionamiento el tiempo de vida no supera los 5 días y son susceptibles a ataques de los hongos (Cantwell, 1999).

Aunque la actividad metabólica de la tuna se considera baja por ser un fruto no climatéricos, la realidad es que sufren deterioro, especialmente por daños, lesiones e infecciones patológicas ocasionados durante su corte y manejo poscosecha, lo cual ocasiona grandes pérdidas durante su transporte y comercialización porque disminuye los atributos de sabor y textura, afectando su calidad comercial y su atractiva frescura para el consumidor (Pinedo *et al.*, 2010).

En la actualidad se busca tecnologías que permitan mantener características de calidad en productos perecederos, dentro de las que se encuentran el uso de sales de calcio, los mismos que carecen de investigaciones estandarizadas en la aplicación de algunas frutas como la tuna. Los cambios fisicoquímicos y propiedades organolépticos que sufren los frutos al aplicar cualquier método de preservación permite investigar respecto a métodos alternativos y la conservación de los mismos por más tiempo. En este caso particular se utilizara sales de calcio como retardantes de los procesos fisiológicos y bioquímicos de las tunas. Por lo tanto los objetivos de la presente investigación fueron:

- Evaluar el efecto de la adición de sales de calcio en la mejora de las propiedades fisicoquímicas (capacidad antioxidante, vitamina C, firmeza, pérdida de peso, acidez y sólidos solubles) en dos variedades de tunas.
- Evaluar la vida útil de dos variedades de tunas sometidas a inmersión en sales de calcio.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. TUNA

La especie *Opuntia ficus-indica*, de nombre vulgar tuna, probablemente proviene de México y de las Islas del Caribe (Jorge y Troncoso, 2016). En el Perú se encuentra en la región Andina, donde se desarrolla en forma espontánea y abundante. También se encuentra en la costa, en forma natural y como cultivo (Ponce y Vela, 2010).

La tuna es una fruta carnosa que varía en forma, tamaño y variedad dependiendo de la variedad, y tiene una gran cantidad de semillas (Cantwell, 1999; Piga, 2004).

##### 2.1.1. Clasificación Taxonómica de la Tuna (*Opuntia ficus indica*)

La taxonomía de las tunas es sumamente compleja debido a múltiples razones, entre las que destaca el hecho de que los fenotipos presentan gran variabilidad según las condiciones ambientales (Sáenz, 2006).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Cactaceae

Tribu: Opuntiae

Género: *Opuntia*

Especie: *Opuntia ficus-indica* Mill

##### 2.1.2. Variedades de la Tuna.

De acuerdo con (Castillo, 2014), las variedades de tunas existentes se diferencian por la coloración del fruto, los cuales son: variedad blanca, variedad morada, variedad amarilla y variedad colorada.

##### 2.1.3. Composición Química de la Tuna

En la Tabla 1 se muestra la composición química y las características de la pulpa de tuna.

Tabla 1. Composición química de la pulpa de tuna (porcentaje)

Parámetros	(1)	(2)	(3)	(4)
Humedad	82,18	85,6	84,62	84,2
Proteína	1,48	-	0,4	0,99
Grasa	0,61	-	-	0,24
Fibra	3,08	-	0,2	3,16
Ceniza	2,28	-	0,9	0,51
Azúcar total	-	9,28	9,9	10,27
Vitamina C (mg/100g)	9,83	19,6	15,99	22,56
pH	5,34	5,98	5,5	5,95
Acidez(%ácido cítrico)	0,01	0,012	0,15	0,14
°Brix(SST)	12,5	8,3	14,3	15,41

Fuentes: (1) Chaparro *et al.* (2015); (2) Teran *et al.* (2015); (3) Cerezal y Duarte (2005); (4) Rodríguez *et al.* (1996).

#### 2.1.4. Manejo Post-cosecha de la Tuna.

La tuna es considerada fruta no climatérica. La cosecha mayor, se efectúa entre enero y abril, la cosecha menor se realiza en Agosto y Septiembre, en tunales bajo riego suplementario León (1997).

El manejo de la cosecha se realiza cuando hay rocío, se cortan justamente en la intersección del fruto la penca para evitar que estas sean dañadas, en las que puedan proliferar hongos y levaduras. Se prosigue con la remoción de espinas y posteriormente se realiza la selección y clasificación, de acuerdo al grado de maduración y forma, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Características del fruto de la tuna (*Opuntia ficus indica*) según grado de maduración.

Grado de Maduración	Color y Apariencia de la Cascara	
	Tuna Blanca	Tuna Amarilla (Colorada y Morada) Verde
Inmaduro	verde	Verde
En Sazón	Brillosa y lisa alrededor del ombligo	Brillosa y lisa alrededor del ombligo
Maduro	Brillo completo y lisa	Color completo y lisa
Sobre Maduro	Brillo completo y arrugado	Color completo y arrugado

Fuente: (Rodríguez *et al.*, 2010).

El almacenamiento se efectúa en temperaturas en bodegas por un periodo muy corto o no se realiza, ya que la mayoría se comercializa una vez que ha sido empacado. Se encontró la mejor temperatura de almacenamiento entre 5 a 10 °C, dependiendo de la variedad y de la zona de producción, las temperaturas más bajas pueden causar daños como el debilitamiento de los tejidos a causa de su incapacidad de llevar a cabo sus procesos metabólicos normales (Mirko, 2014).

### **2.1.5. Cambios Físicoquímicas en Post-cosecha**

#### **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% de peso que tenía el producto en el momento de la recolección. (Gil, 2001 citado por Pauro, 2016).

La mayoría de las frutas y hortalizas, cuando han perdido el 5 y 10% de su contenido de humedad, presentan claros signos de marchitamientos como resultado de la plasmólisis celular (Rahmna 2003, citado por Benavides y Casqui 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. Los principales causantes de la pérdida de peso fresco en el producto agrícola son los procesos de transpiración y respiración. (Lanchero *et al.*, 2007 citado por Pauro, 2016).

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

La maduración de muchos frutos se caracteriza por el ablandamiento de la pulpa, este ablandamiento se debe a varios factores, entre ellos la acción de las enzimas hidrolasas en la pared de la célula que actúa sobre la pectina (Galvis *et al.*, 2005). Las sales de calcio actúan como agentes reafirmantes de textura, debido a que los iones de calcio actúan sobre las cadenas de pectina, aumentando la fuerza de la pared celular (Fisher *et al.*, 2005 citado por Pauro, 2016).

**c) sólidos solubles**

El contenido de sólidos solubles está constituido por 80 a 90% de azúcares la medida de °Brix se encuentra asociadas con los azúcares disueltos en el jugo celular, el aumento de los azúcares es producto de la hidrólisis del almidón y/o la síntesis de la sacarosa, así como el ácido consumido en la respiración (Lanchero *et al.*, 2007 citado por Pauro). Los sólidos solubles de la tuna varían entre 11.2 – 14.8 (Albano *et al.*, 2015; Alves *et al.*, 2015; Aquino *et al.*, 2012; Cerezal y Duarte, 2005, y Cantwell, 1999).

El contenido de sólidos solubles de los frutos de mango de variedad van dyke, aumentó durante el almacenamiento en todos los tratamientos, incluido el testigo. Sin embargo, el contenido de sólidos solubles en los tratamientos con CaCl<sub>2</sub>, disminuyó con la concentración de la solución de CaCl<sub>2</sub>, (Galvis, 2003). Inmersiones de frutos de níspero en el 2% Y 3% de CaCl<sub>2</sub> redujeron el aumento de sólidos solubles hasta 4 semanas (Akhtar *et al.*, 2010).

**d) acidez**

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 la que la respiración supone un descenso en la acidez (Lanchero *et al.*, 2007 citado por Pauro, 2015).

**e) vitamina C**

La vitamina C es de origen hidrosoluble permite regular los procesos oxidativo dentro de la célula evitando así el envejecimiento celular impidiendo la formación de radicales libres. Y al no poder ser sintetizado dentro el organismo humano tiene que ser ingerido a través de los diferentes tipos de alimentos (Rojas *et al.*, 2008).

Existen diversas fuentes de ácido ascórbico como frutas cítricas, vegetales y patatas que son de fácil deterioro a pesar de mantenerse almacenados en espacios cerrados (Melo y Cuamatzi, 2006).

## f) Antioxidantes

El término antioxidante hace referencia a cualquier sustancia que, estando presente a una concentración baja, comparada con la de un sustrato oxidable, es capaz de retrasar o prevenir la oxidación de dicho sustrato (Domínguez y Pedrós, 2011).

Los antioxidantes son una forma de defensa del cuerpo humano contra los radicales libres. Son agentes que inhiben o neutralizan el daño potencial que los radicales libres pueden ocasionarnos. Nuestro organismo no puede fabricar los antioxidantes, por ello necesitamos consumirlos (Reardon, 2009).

## 2.2. VIDA ÚTIL

El término vida útil define el periodo de tiempo en el que un alimento mantiene las características sensoriales aceptables para el consumidor, o en otras palabras el tiempo necesario para que alcance un nivel máximo aceptable de deterioro (Anzueto, 1991 citado por Luna y Aguilar, 2011).

En el estudio realizado de la eficacia de los tratamientos de cloruro de calcio en la calidad después de la cosecha y el comportamiento de almacenamiento de "Surkh" cultivar de níspero, en la que se sumergió en tres concentraciones (1%, 2% y 3%). El 1%  $\text{CaCl}_2$  no afectó a los parámetros de calidad de la fruta en comparación con el tratamiento de control, mientras que con (2% y 3%  $\text{CaCl}_2$ ) hubo una reducción de pérdida de peso hasta 4 semanas de almacenamiento (Akhtar *et al.*, 2010).

### 2.2.1. Reacción de orden cero

Consideramos un atributo de calidad  $Q$ , que disminuya durante el periodo de almacenamiento. Una disminución lineal del atributo implica que su variación con respecto al tiempo es constante, y que por lo tanto, la pérdida de dicho atributo y el tiempo se obtiene cuando la reacción de orden es cero, (Caps y Abril, citado por Luna y Aguilar, 2011) por lo tanto tendremos:

$$Q_f = Q_0 - Kt_u \quad \text{Ec. 1}$$

$Q_f$  = Valor final del atributo al tiempo  $t$

$Q_0$  = valor inicial del atributo de calidad

$K$  = constante de velocidad de orden cero (pendiente de la ecuación)

$t_u$  = tiempo de vida útil

### 2.2.2. Vida útil de la tuna

La tuna es un fruto altamente perecedero, con vida poscosecha que varía entre 9 a 15 días, lo cual dificulta su almacenamiento y comercialización (Pinedo, 2010).

Después de la cosecha, la tuna continua respirando (Corrales y Silva, 2005) y principalmente transpirando (Cantwell, 1995). La transpiración de la fruta es el proceso fisiológico más importante en la pérdida de peso y la firmeza de la tuna durante el almacenamiento. Cuando la fruta pierde alrededor del 8% de su peso, el deterioro de esta se presenta con el arrugamiento y daños visible en la fruta (Cantwell, 1999 citado por Coavoy, 2015).

Aunque la actividad metabólica de las tunas se considera baja por ser frutos no climatéricos, la realidad es que sufren deterioro, especialmente por daños, lesiones e infecciones patológicas ocasionados durante su corte y manejo poscosecha, lo cual ocasiona grandes pérdidas durante su transporte y comercialización porque disminuye los atributos de sabor y textura, afectando su calidad comercial y su atractiva frescura para el consumidor (Pinedo *et al.*, 2010).

## 2.3. CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Los objetivos de los métodos de conservación son retrasar la alteración y alargar la vida de los alimentos; mantener las máximas cualidades sensoriales y nutritivas de los alimentos; obtener productos más adecuados para su posterior manipulación, transporte y almacenamiento; evitar problemas de salud pública como intoxicaciones, contaminaciones, etc. (Kuklinski, 2003).

La pérdida de agua del fruto tras la recolección presenta uno de los problemas clave de su conservación. Las bajas temperaturas y las humedades 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 (Agusti, 2003 citado por Pauro, 2016). Una de las características ambientales poscosecha de gran importancia en la vida de

almacenamiento de frutos y vegetales es la temperatura, dado que se deterioran después de haber sido cosechados (Do Nascimento y Pierre, 2003).

## **2.4. SALES DE CALCIO**

Las sales de calcio, refuerzan las estructuras de las paredes celulares en frutas, mediante la interacción de las sales de calcio con ácidos pécticos en la pared celular y posterior de pectatos cálcicos que originan sobre la Pared celular enlaces químicos más fuertes, es decir que ayudan a la unión molecular entre los componentes de la pared celular (Moreira, 2010 citado por García, 2012). Además el calcio también aumenta la presión de turgencia celular y estabiliza la membrana celular (Beloso *et al.*, 2000). Entre las sales de calcio se pueden encontrar al lactato de y al cloruro de calcio, las cuales han sido utilizadas para conservar la integridad y la estructura de la pared celular (Lara *et al.*, 2004).

### **2.4.1. Aplicación de baños cálcicos**

Las sales de calcio forman parte del gran conjunto de agentes mejoradores y/o conservantes de las características nutricionales y de calidad de las frutas y vegetales mínimamente procesados. Son comúnmente usados en la industria como agentes reafirmantes para los tomates en conserva, pepino y otros vegetales, y han reportado un beneficio en la reducción del oscurecimiento en manzanas, pimientos, fresas, tomates y melocotones. Cabe resaltar su gran importancia tanto en el ámbito sensorial como agente mejorador de textura y como antipardeante (Martin *et al.*, 2007).

El efecto de calcio sobre la textura puede ser explicado por diferentes mecanismos: 1) capacidad para servir como vínculo de unión a sustancias pecticas en la pared celular y lamina media, formándose pectato cálcico que aporta firmeza al tejido reduciendo el ablandamiento y la pérdida de agua; y 2) el aumento de la turgencia celular (Luna-Guzman *et al.*, 2000). Esta acción reafirmante del calcio al mismo tiempo contribuye a una reducción de la liberación de la polifenoloxidasas y sus sustratos después del corte contribuyendo a la reducción del pardeamiento (Lamikanra *et al.*, 2002 citado por Casas, 2011).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Pos-cosecha y el laboratorio de Evaluación Nutricional, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

#### 3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

##### 3.2.1. Materia Prima

- Se utilizó dos variedades de tuna (*Opuntia ficus indica*) “blanca y morada” con un índice de madurez de 196 y 191, proveniente de la ciudad de Lima.
- Sales de calcio (cloruro de calcio y lactato de calcio).

#### 3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

- Baguetas de vidrio
- Cuchillo acero inoxidable
- Vasos de precipitación de 5ml y 10ml de pirex
- Erlenmeyer de 50, 100 y 250 ml de pirex
- Fiolas de 50 y 100 ml de pirex
- Micropipetas de 100-1000  $\mu$ L HIRSCHMANN LABORGERATE
- Mortero y pilón de porcelana
- Papel de aluminio
- Pipetas de 1, 2, 5,10 y 20 ml.
- Tubos de ensayo
- Viales color Ámbar
- Guantes de latex
- Bandejas

##### 3.3.2. Equipos

- Agitador eléctrico OVAN
- Balanza analítica a precisión marca AND FR-300 Japón, Capacidad de 0,0001 a 310g

- Refractómetro Digital ATAGO 0.0-85.0% °Brix
- Fruit Penetrometer Model GY-2
- Centrífuga (CENTRIFUGE MODEL CH90 – 2 KERT LAB)
- Espectrofotómetro (UNICO SQ2600 UV)
- Estufa digital MEMMERT
- Refrigerador SAMSUNG

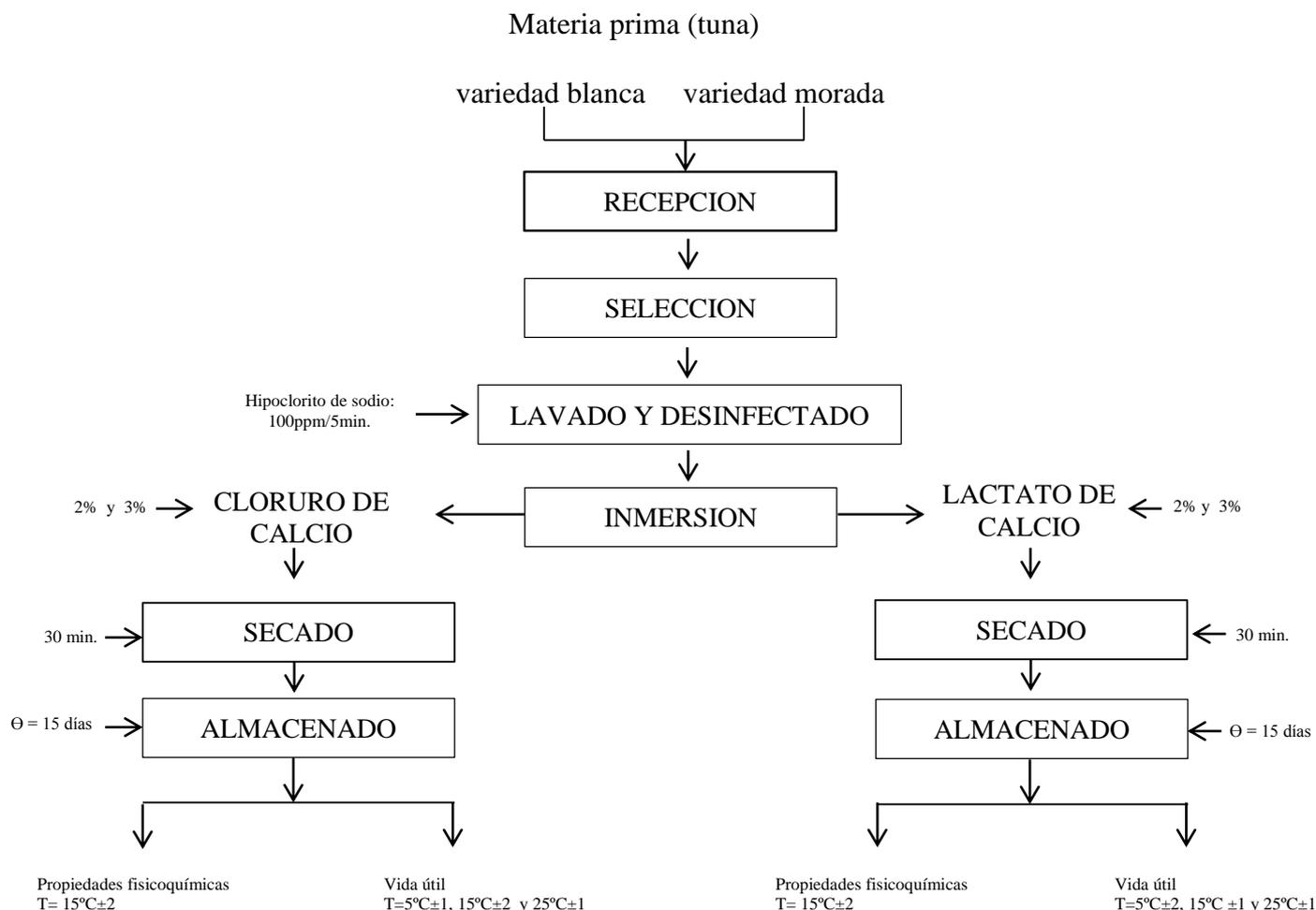
### 3.3.3. Reactivos

- 2,2 Azino bis (3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonic acid) (ABTS) (Sigma Aldrich)
- 2,6- Dichloroindophenol Sodium Salt Hydrate ( BioReagent, Vitamin C determination)
- Ácido Ascórbico.
- Ácido Oxálico
- Agua destilada
- Metanol al 99.8% de pureza (Sigma Aldrich)
- Persulfato de potasio (Sigma Aldrich)

### 3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

#### 3.4.1. Metodología para inmersión con sales de la fruta estudiada

Se realizó siguiendo el diagrama de la figura 1.



**Recepción:** se realizó la recepción de la materia prima (tuna blanca y tuna morada), en el laboratorio de Poscosecha, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNA Puno.

**Selección:** se seleccionó la fruta en forma manual y visual con la finalidad de eliminar los frutos deteriorados, dañados, adecuado estado de madurez (llenado de la fruta, cambio de color externo, caída de las espinas pequeñas, firmeza de la fruta y aplanamiento de la cavidad) (Cantwell, 1999).

**Lavado y Desinfección:** se realizó para eliminar la suciedad, y la desinfección se hizo por inmersión con hipoclorito de sodio 100ppm por 5 min, para reducir la carga microbiana.

**Inmersión:** se preparó una solución de de sales de calcio (cloruro de calcio y lactato de calcio) al 2% y 3% en agua, donde se sumergio las tunas (*Opuntia ficus indica*), durante un periodo de 30 minutos.

**Secado:** se realizo extendiendo sobre una superficie limpia, con el fin de eliminar el exceso de liquido durante un tiempo de 30 minutos.

**Almacenado:** el producto se almaceno en una camara de conservacion a temperatura  $15^{\circ} C \pm 2$ , donde se colocaron en bandejas por un periodo de 15 dias.

### 3.5. FACTORES DE ESTUDIO

#### 3.5.1. Evaluar el efecto de la adición de sales de calcio en la mejora de las propiedades fisicoquímicas en dos variedades de tunas

##### 3.5.1.1 Variables independientes

- ✓ Sales de calcio: cloruro de calcio y lactato de calcio
- ✓ Concentraciones: 2% y 3%
- ✓ Tiempos de conservación: 0, 5, 10 y 15 días.

##### 3.5.1.2 Variables dependientes

- ✓ Pérdida de peso (% pp)
- ✓ Firmeza ( $Kg/cm^2$ )
- ✓ Solidos solubles ( $^{\circ}Brix$ )
- ✓ Acidez (% ácido cítrico)
- ✓ Capacidad antioxidante ( $\mu mol$  Trolox equivalente/g de muestra)
- ✓ Vitamina C (mg/100g de muestra)

#### 3.5.2. Evaluar el tiempo de vida útil de dos variedades de tunas sometidas a inmersión en sales de calcio

##### 3.5.2.1. Variables independientes

- ✓ Sales de calcio: cloruro de calcio y lactato
- ✓ Temperatura de conservación:  $5^{\circ}C$ ,  $15^{\circ}C$  y  $25^{\circ}C$
- ✓ Tiempo de conservación: 0, 5, 10 y 15 días

### 3.5.2.2 Variables dependientes

✓ de pérdida de peso (%pp)

## 3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS

### 3.6.1. Determinación de Pérdida de Peso

Se determinó por gravimetría mediante la diferencia entre pesos tomando como base el peso inicial (Pi) menos el peso del fruto al final (Pf) del almacenamiento y expresando los resultados como porcentaje de pérdida de peso (%) (AOAC, 2000). Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\%PP = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100 \quad \text{Ec. 2}$$

### 3.6.2. Determinación de la firmeza

Para determinar la firmeza se posicionó el penetrómetro entre los dedos pulgar e índice de una mano y se calibró en el valor 0 de su escala. Se tomó la fruta en la otra mano que debe estar apoyada sobre una superficie rígida, luego se situó la punta sobre el área sin la piel en posición perpendicular y se realizó la presión necesaria hasta hacer penetrar el émbolo en la pulpa. Finalmente se expresó el valor de la fuerza ejercida en  $Kg/cm^2$ . (AOAC., 2000)

### 3.6.3. Determinación de Sólidos Solubles

Se determinó utilizando un Brixometro, se extrajo el jugo de la tuna, luego cuidadosamente en el brixometro calibrado se colocó una gota de muestra procediendo a leer el valor inmediatamente. (AOAC, 2000).

### 3.6.4. Determinación de acidez

El % de acidez fue cuantificado por volumetría, titulando el sobrenadante con NaOH 0,1N y fenolftaleína (1%) como indicador, los resultados se expresaron como % de ácido cítrico. (AOAC, 2000).

$$\% \text{ de acidez} = \frac{\{(mlNaOH * N(NaOH) * Meqacido * V)100\}}{\text{Peso muestra} * \text{aliquota}} \quad \text{Ec. 3}$$

### 3.6.5. Determinación de la capacidad antioxidante

Se utilizó la metodología reportado por Arnao *et al.*, (2001), El procedimiento fue el siguiente: la solución de ABTS se preparó diluyendo 78.4 mg y se enraso a 10mL de agua destilada en una fiola (reactivo A). Por otro lado, también se preparó una solución de persulfato de potasio (reactivo B). Para lo cual se pesó 26.4 mg y se enraso a 20 ml en un fiola con agua destilada. Ambas soluciones se almacenaron a temperatura ambiente en un frasco oscuro.

Luego se preparó la solución madre de ABTS empleando volúmenes iguales de los reactivos A y B (relación 1:1), se homogenizo y se dejó en reposo en la oscuridad por 12 horas a temperatura ambiente, antes de ser usada. La solución madre solo se utilizó las 4 horas después.

De la solución madre se preparó una solución diluida de  $ABTS^{+2}$  y se adicionó 60 ml de etanol al 98%. Esta solución debe de dar una lectura de absorbancia a 734 nm de  $1.1 \pm 0.02$ , de lo contrario debe corregirse agregando metanol o solución madre, según sea el caso (conservar en un frasco ámbar). Se llevó a cero el espectrómetro con metanol.

Para proceder a la cuantificación de la capacidad de antioxidante se tomó 150  $\mu$ L de los extractos obtenidos, se adiciono 2850  $\mu$ L de solución de ABTS diluida. Luego se procedió a realizar la lectura de absorbancia a 734 nm. Las lecturas deben estar comprendidas entre 0.1 y 1.05. Se preparó el blanco y se utilizó el metanol para blanquear el espectrofotómetro. La actividad antioxidante se estimó utilizando un curva estándar teniendo como patrón el Trolox, el cual es una sustancia hidrosoluble análoga de la vitamina E. los resultados se expresaran como  $\mu$ mol Trolox equivalente/g de tuna. La ecuación de la curva de estándar para la cuantificación de la capacidad antioxidante en Metanol es:

$$\mu\text{mol Trolox equivalente/mL} = 0.7826 \times Abs - 0.001$$

Ecuación de la capacidad de antioxidantes es

$$Y = ((0.7826 \times \Delta Abs) - 0.001) \times Fdx$$

Dónde:

Y :  $\mu$ mol Trolox equivalente/g de muestra fresca.

$\Delta Abs$  : absorbancia del blanco – absorbancia de la muestra (734)

Fd : factor de dilución

A : (volumen (ml) de solvente utilizado + peso de la muestra (g.))/peso de la muestra

### 3.6.6. Determinación de contenido de Vitamina C

La determinación del contenido de vitamina C se efectuó de acuerdo a la metodología recomendada por (AOAC, 2000) mediante el método de titulación, la cual se basa en la reducción del colorante 2,6 diclorofenolindofenol por una solución de ácido ascórbico.

El contenido de ácido ascórbico es directamente proporcional a la capacidad de un extracto de la muestra para reducir una solución estándar de colorantes determinados por titulación. El procedimiento fue el siguiente:

- a) Estándar de Trabajo: se disolvió 100 mg de ácido ascórbico en 100 ml de una solución de ácido oxálico al 0.5% en una fiola de 100 ml. Esta solución contiene 0.1 % de ácido ascórbico y es inestable por lo que deberá utilizarse inmediatamente.
- b) Solución de 2,6 Diclorofenolindofenol: se disolvió 100 mg de 2,6 diclorofenolindofenol en 100 ml de agua destilada. Utilizar agua destilada y enrasar a 100 ml. Almacenar en botella de color oscuro y en refrigeración.

Luego realizamos el análisis del estándar de trabajo el cual consiste en tomar 1 ml de la solución estándar y colocarla en un erlenmeyer de 50 ml agregar 10 ml de una solución de ácido oxálico al 0.5 % y titular con la solución de 2,6 diclorofenolindofenol. El cálculo del equivalente (T) en ácido ascórbico por ml de solución 2,6 diclorofenolindofenol.

$$T = \frac{\text{mg de ácido ascórbico}}{\text{ml de solución 2,6 diclorofenolindofenol}} \quad \text{Ec.4}$$

Para el análisis de la muestra se procedió a centrifugar la muestra luego tomar 2 ml del sobrenadante y colocarlo en un Erlenmeyer posteriormente se le adiciona 10 ml de ácido oxálico al 0.5 % finalmente titular con 2,6 diclorofenolindofenol hasta obtener un color rosado persistente; del mismo modo hacemos la titulación del blanco sobre 10

ml de la solución de ácido oxálico al 0.5 % con 2,6 diclorofenolindofenol para así poder restar este valor al gasto de la muestra problema.

$$mg \text{ de ácido ascorbico}/100ml = \frac{V*T*100}{W} \quad \text{Ec.5}$$

Dónde:

V = ml de 2,6 diclorofenolindofenol utilizados para titular la alícuota de muestra.

T = Equivalente en ácido ascórbico de la solución 2,6 diclorefolindofenol expresado en mg por ml de colorante.

W = gr de muestra en la alícuota analizada.

### 3.6.7. Vida útil

El método utilizado para la determinación de la vida útil de las tunas sometidos a inmersión de sales de calcio fue el mencionado por (Caps y Abril, citado por Luna y Aguilar, 2011). Mediante la ecuación de reacción de orden cero, se considera el tratamiento experimental cuyo indicador será el 8% de pérdida de peso como máximo (Cantwell, citado por Coavoy, 2015).

Se seleccionó el mejor tratamiento para determinar la vida útil, las muestras se conservaron temperaturas de 5, 15 y 25°C durante 15 días y se evaluó el % de pérdida de peso, los datos obtenidos de pérdida de peso se graficaron obteniéndose ecuaciones de regresión lineal (reacción de orden cero) teniendo en cuenta que la pérdida de peso aumenta con relación al tiempo de almacenamiento (Caps y Abril, citado por Luna y Aguilar, 2011), utilizando la siguiente fórmula.

$$Q_f = Q_0 - Kt_u \quad \text{Ec.6}$$

En consecuencia, la vida útil  $t_u$  será:

$$t_u = \frac{Q_0 - Q_f}{k} \quad \text{Ec.7}$$

Dónde:

$t_u$  = tiempo de vida útil

$Q_0$  = valor inicial del atributo de calidad

$Q_f$  = valor final del atributo en el tiempo

K = constante aparente de reacción

### **3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

#### **3.7.1. Características Físicoquímicas**

Para conocer el efecto de las sales de calcio (cloruro de calcio y lactato de calcio) sobre las propiedades físicoquímicas, se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial, con tres repeticiones por tratamiento, para lo cual se realizó el análisis de varianza (ANVA), con la finalidad de determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, y también se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey con un 0,05% de nivel de confianza cuando se detectó diferencia significativa, para ello se trabajó con un programa estadístico.

#### **3.7.2. Vida útil**

Para el análisis de la vida útil de igual manera se hizo uso del Diseño Completamente al Azar, con arreglo factorial, el análisis de varianza y la prueba de comparación Tukey al 0,05% se realizó mediante el uso de un programa estadístico.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SALES DE CALCIO EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y LA CONSERVACIÓN DE DOS VARIEDADES DE TUNAS (*Opuntia ficus indica*).

4.1.1. Pérdida de peso

En la tabla 3 y figura 2 se muestra los resultados de pérdida de peso en frutos de variedad blanca tratados con soluciones de sales de calcio.

Tabla 3. Resultados de pérdida de peso (%) durante el almacenamiento de tunas variedad blanca

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
T1 cloruro de calcio 2%	0	3,68±0,050	7,16±0,049	10,37±0,054
T2 cloruro de calcio 3%	0	3,30±0,022	6,12±0,029	9,58±0,020
T3 lactato de calcio 2%	0	3,89±0,030	7,37±0,055	10,59±0,030
T4 lactato de calcio 3%	0	3,50±0,081	6,76±0,028	10,00±0,061
Testigo	0	4,27±0,023	7,68±0,034	10,90±0,060

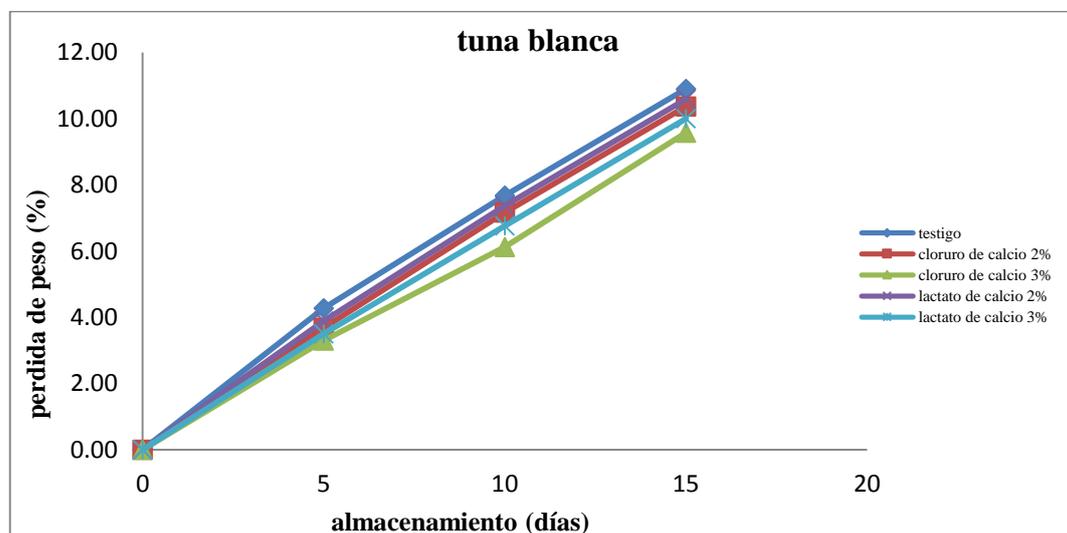


Figura 2. Efecto de sales de calcio sobre el porcentaje de pérdida de peso.

En la tabla 3 y figura 2 se muestra los resultados de pérdida de peso en frutos de variedad blanca tratados con soluciones de sales de calcio, el testigo presento mayor porcentaje de pérdida de peso 10,90%, sin embargo cabe destacar, que el T1 (10,37%) y T3 (10,59%) reflejaron valores similares al testigo, siendo superior a los T2 (9,58%)

y T4 (10,00%) que presento una menor pérdida de peso hasta los 15 días de almacenamiento. Observándose en la tabla de análisis de varianza anexo II (tabla a.1) que existe diferencias significativas para los factores sales de calcio, concentración, tiempo y su interacción, se observan que la inmersión con cloruro de calcio muestra una menor pérdida de peso respecto a la inmersión en lactato de calcio. en la tabla 3 y figura 2, para la concentración de sales de calcio se observa que al 3% de sales de calcio hubo menor pérdida de peso a comparación del 2%, y para el tiempo de almacenamiento se observa que la pérdida de peso disminuyo gradualmente conforme transcurre el tiempo, siendo estadísticamente diferentes entre días de evaluación, en donde en el día 15 es superior a los demás días de evaluación, este comportamiento se debe a que la fruta una vez cosechada presenta una tendencia natural de pérdida de peso debido a la transpiración.

En la tabla 4 y figura 3 se muestra los resultados de pérdida de peso en frutos de variedad morada tratados con soluciones de sales de calcio.

Tabla 4. Resultados de pérdida de peso durante el almacenamiento de tunas variedad morada (%)

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 cloruro de calcio 2%</b>	0	4,27±0,108	7,98±0,100	11,30±0,069
<b>T2 cloruro de calcio 3%</b>	0	3,70±0,107	7,30±0,470	10,36±0,077
<b>T3 lactato de calcio 2%</b>	0	4,60±0,091	8,28±0,087	11,70±0,084
<b>T4 lactato de calcio 3%</b>	0	4,06±0,021	7,70±0,046	11,00±0,126
<b>Testigo</b>	0	5,40±0,034	8,75±0,025	12,29±0,037

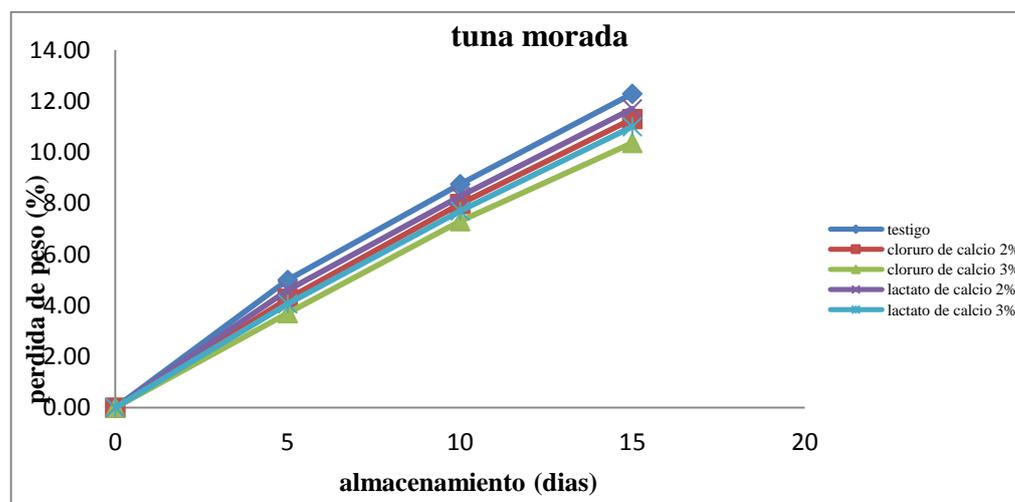


Figura 3. Efecto de sales de calcio sobre el porcentaje de pérdida de peso

En la tabla 4 y figura 3 se muestra los resultados de pérdida de peso en frutos de variedad morada tratados con soluciones de sales de calcio. El testigo presentó mayor porcentaje de pérdida de peso de 12,29%, el T1 (11,30%) y T3 (11,70%) reflejaron valores similares al testigo, siendo superior a los T2 (10,36%) y T4 (11,00%) los cuales presentaron una menor pérdida de peso hasta los 15 Días de almacenamiento. Observándose en la tabla de análisis de varianza anexo II (tabla a.2) que existe diferencias significativas para los factores sales de calcio, concentración, tiempo y su interacción con respecto al porcentaje de pérdida de peso, lo cual indica que los factores influyen sobre esta variable. Se observan también en la tabla 4 y figura 3 que la inmersión con cloruro de calcio muestra una menor pérdida de peso respecto a la inmersión en lactato de calcio. Para la concentración de sales de calcio se observa que al 3% de sales de calcio hubo menor pérdida de peso a comparación del 2%, para el tiempo de almacenamiento, se observa que la pérdida de peso disminuyó gradualmente conforme transcurre el tiempo, siendo estadísticamente diferentes entre días de evaluación, en donde en el día 15 es superior a los demás días de evaluación el porcentaje de pérdida de peso, este comportamiento se debe a que la fruta una vez cosechada presenta una tendencia natural de pérdida de peso debido a la transpiración.

Comparando los resultados obtenidos de pérdida de peso de en cambas variedades de tuna en el presente trabajo reportados por (Pinedo *et al.*, 2010) se encuentra el mismo comportamiento en cual mencionan que los frutos de tuna de cultivar Cristalina del huerto con manejo adecuado y con recubrimiento de papel presentaron una pérdida de peso de 9%, y para las tunas sin recubrimiento presentó una pérdida de peso de 17,20% a los 15 días de almacenamiento, debido a la salida del agua del fruto por efecto de la transpiración. Además de que conducen a los frutos a cambios relacionados con el envejecimiento, (Corrales y Hernández, 2005) menciona en su investigación de cambios en la calidad postcosecha de variedades de tuna con y sin semilla, en la cual ha reportado que la pérdida de peso está en función de las condiciones de almacenamiento, pero sobre todo y en gran medida de la variedad de tuna. Las pérdidas de peso que presenta la tuna en postcosecha según (Guarinoni, 2000; Corrales, 2003) dependen de varios factores (temperatura, humedad, variedad, y las barreras naturales o artificiales) de que disponga éste para impedir esa pérdida de agua durante el almacenamiento. Las tunas inmersas a sales de calcio reducen la pérdida de peso a comparación con el testigo, esto debido a que el calcio actúa como componente

estructural de las paredes celulares las cuales forman puentes en las cadenas de pectina. En el estudio que realizaron (Akhtar *et al.*, 2010) en inmersiones de frutos de níspero en el 2% y 3% de CaCl<sub>2</sub> presentaron menor pérdida de peso hasta 4 semanas, debido a que las sales de calcio cumplen la función de agentes reafirmantes. Según (Contreras *et al.*, 2011) 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. La disminución de las pérdidas de peso, con el aumento en el contenido de Ca puede deberse a que el calcio prolonga la integridad de la pared y de la membrana de la célula (Conway *et al.*, 1995).

#### 4.1.2. Firmeza

En la tabla 5 y figura 4 se muestra los resultados de firmeza en frutos de variedad blanca tratados con soluciones de sales de calcio.

Tabla 5. Resultados de firmeza (Kg/cm<sup>2</sup>) durante el almacenamiento de tunas variedad blanca

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 cloruro de calcio 2%</b>	4,06±0,000	3,75±0,012	3,66±0,006	3,48±0,006
<b>T2 cloruro de calcio 3%</b>	4,08±0,006	3,97±0,000	3,84±0,000	3,70±0,060
<b>T3 lactato de calcio 2%</b>	4,06±0,000	3,66±0,006	3,57±0,000	3,40±0,007
<b>T4 lactato de calcio 3%</b>	4,09±0,006	3,90±0,012	3,76±0,000	3,63±0,010
<b>Testigo</b>	4,07±0,091	3,56±0,011	3,48±0,110	3,30±0,010

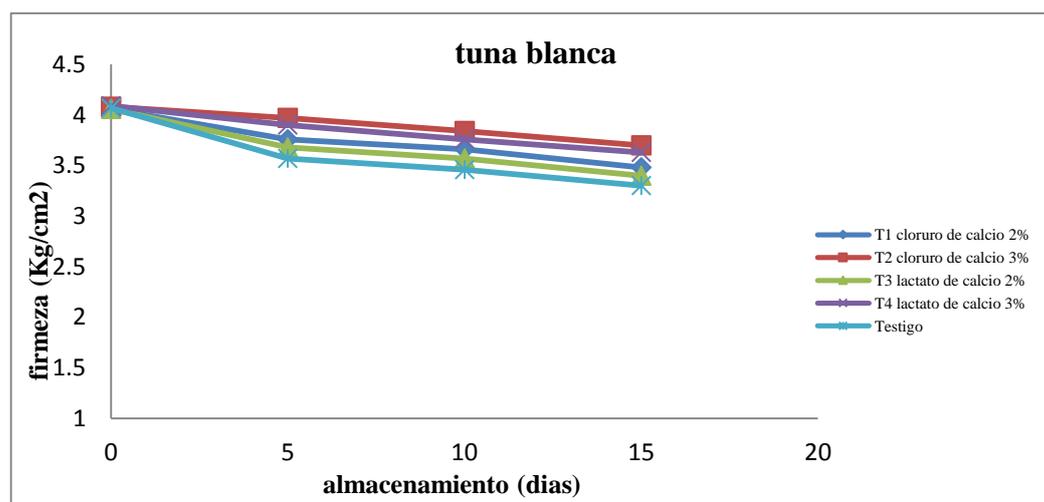


Figura 4. Efecto de sales de calcio sobre el porcentaje de firmeza

En la tabla 5 y figura 4 se muestra los resultados de firmeza en frutos de variedad blanca tratados con soluciones de sales de calcio, el testigo presento mayor reducción de firmeza  $3,30 \text{ Kg/cm}^2$ , sin embargo cabe destacar, que el T1 ( $3,48 \text{ Kg/cm}^2$ ) y T3 ( $3,30 \text{ Kg/cm}^2$ ) reflejaron valores similares al testigo, siendo inferior a los T2 ( $3,70 \text{ Kg/cm}^2$ ) y T4 ( $3,63 \text{ Kg/cm}^2$ ) que presento una mayor firmeza hasta los 15 días de almacenamiento. Observándose en la tabla de análisis de varianza anexo III (b.1) existe diferencias significativas para los factores sales de calcio, concentración, tiempo y su interacción con respecto a la firmeza, lo cual indica que los factores influyen sobre esta variable, se observan que los frutos perdieron firmeza con el tiempo de almacenamiento en todos los tratamientos, pero las pérdidas fueron menores a mayor concentración de la solución de cloruro de calcio que con la inmersión a la solución de lactato de calcio, con respecto al tiempo de almacenamiento se observa que con el pasar del tiempo la firmeza se reduce, (Aguilar *et al.* 2007) menciona que todas las frutas y hortalizas sufren cambios durante su maduración y almacenamiento. Estos son debido a transformaciones bioquímicas, que provocan cambios en la textura, ocasionando la reducción en la firmeza.

En la tabla 6 y figura 5 se muestra los resultados de firmeza en frutos de variedad morada tratados con soluciones de sales de calcio.

Tabla 6. Resultados de firmeza ( $\text{Kg/cm}^2$ ) durante el almacenamiento de tunas variedad morada

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 cloruro de calcio 2%</b>	3,25±0,000	3,02±0,010	2,90±0,000	2,72±0,015
<b>T2 cloruro de calcio 3%</b>	3,28±0,085	3,18±0,000	3,10±0,001	2,95±0,006
<b>T3 lactato de calcio 2%</b>	3,25±0,012	2,96±0,035	2,79±0,010	2,64±0,000
<b>T4 lactato de calcio 3%</b>	3,26±0,000	3,11±0,012	3,0±0,006	2,84±0,056
<b>Testigo</b>	3,24±0,051	2,87±0,059	2,68±0,010	2,56±0,058

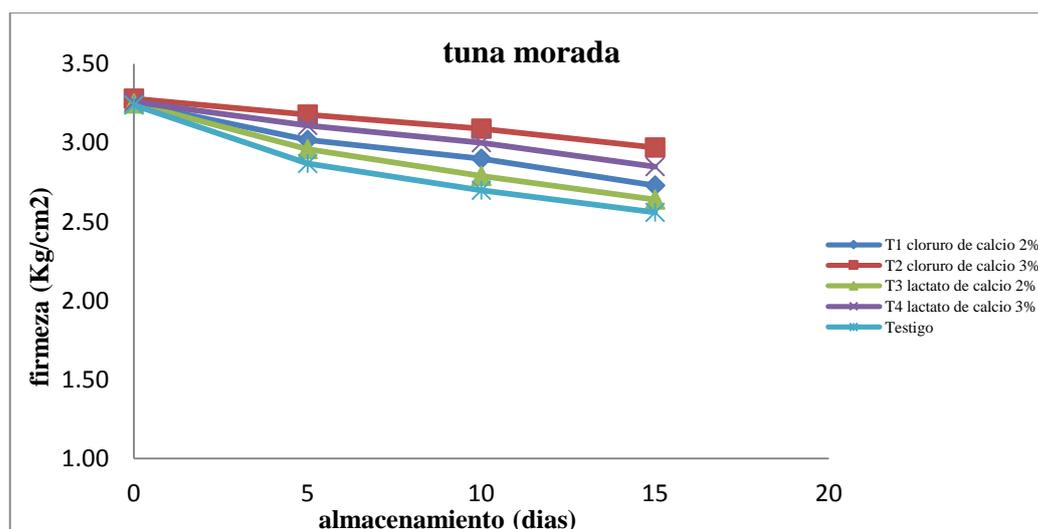


Figura 5. Efecto de sales de calcio sobre la firmeza

En la tabla 6 y figura 5 se muestra los resultados de firmeza en frutos de variedad morada tratados con soluciones de sales de calcio, el testigo presentó mayor reducción de firmeza  $2,56 \text{ Kg/cm}^2$ , a comparación del T1 ( $2,72 \text{ Kg/cm}^2$ ) y T3 ( $2,64 \text{ Kg/cm}^2$ ), siendo inferior a los T2 ( $2,95 \text{ Kg/cm}^2$ ) y T4 ( $2,84 \text{ Kg/cm}^2$ ) que presentaron mayor firmeza hasta los 15 Días de almacenamiento. Observándose en la tabla de análisis de varianza anexo III tabla (b.2) existe diferencias significativas para los factores sales de calcio, concentración, tiempo y su interacción, lo cual indica que los factores influyen sobre esta variable, donde se observan que los frutos perdieron firmeza con el tiempo de almacenamiento en todos los tratamientos, pero las pérdidas fueron menores a mayor concentración de la solución de cloruro de calcio que con la inmersión a la solución de lactato de calcio, con respecto al tiempo de almacenamiento se observa que con el pasar del tiempo la firmeza se reduce, (Aguilar *et al.* 2007) menciona que todas las frutas y hortalizas sufren cambios durante su maduración y almacenamiento. Estos son debido a transformaciones bioquímicas, que provocan cambios en la textura, ocasionando la reducción en la firmeza.

(Silveira *et al.*, 2006) en la cual estudiaron el efecto de cloruro y lactato de calcio en melón fresco cortado, y encontraron que al final del experimento el uso de cloruro de calcio redujo el ablandamiento en relación al testigo. De igual manera se observó una reducción en la pérdida de firmeza en los frutos de nísperos inmersos al 2% y 3% de cloruro de calcio, estudiados por (Akhtar *et al.*, 2010). (Prusia *et al.*, 2005) en frutas de durazno (*Prunus persica*) sumergidas en solución de calcio al 1% a temperaturas de 4 y  $10^{\circ}\text{C}$ , mostraron una reducción de pérdida de firmeza. Caso similar

se observó en el presente trabajo con el transcurso del tiempo la firmeza se redujo en ambas variedades, pero las reducciones fueron menores a mayor concentración (3%) de cloruro de calcio, debido a que las sales de calcio cumplen la función de agentes reafirmantes lo cual ayuda al mantenimiento a la integridad de la pared celular, según (Contreras *et al.*, 2011) 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.

#### 4.1.3. Sólidos solubles

En la tabla 7 y figura 6 se muestra los resultados de sólidos solubles en frutos de variedad blanca tratados con soluciones de sales de calcio.

Tabla 7. Resultados de sólidos solubles (°brix) durante el almacenamiento de tunas variedad blanca.

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 cloruro de calcio 2%</b>	11,81±0,06	11,91±0,08	11,99±0,11	12,10±0,07
<b>T2 cloruro de calcio 3%</b>	11,80±0,07	11,83±0,08	11,87±0,06	11,95±0,08
<b>T3 lactato de calcio 2%</b>	11,83±0,06	11,96±0,08	12,08±0,07	12,19±0,09
<b>T4 lactato de calcio 3%</b>	11,80±0,08	11,86±0,05	11,94±0,09	12,05±0,09
<b>Testigo</b>	11,83±0,06	12,03±0,02	12,13±0,04	12,28±0,07

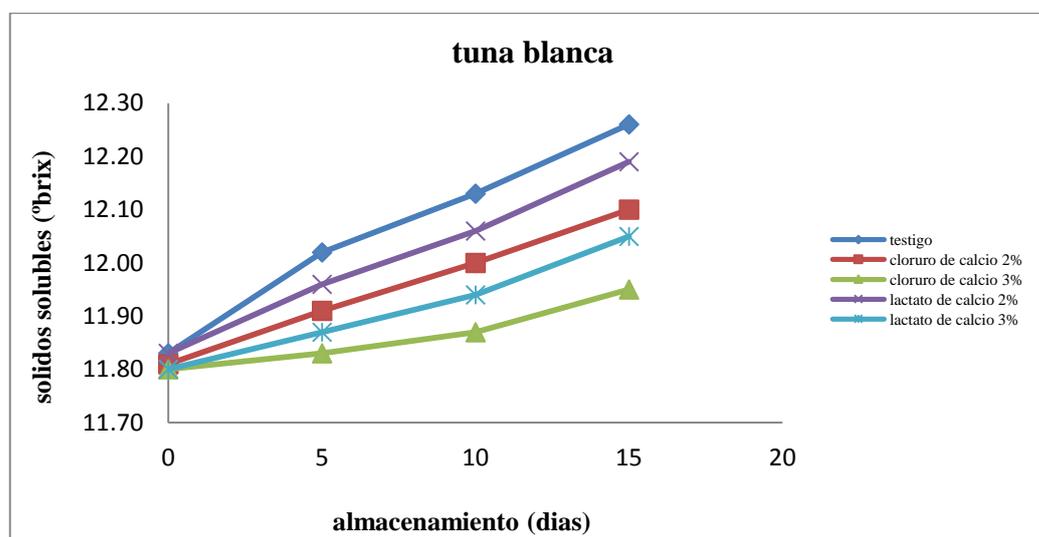


Figura 6. Efecto de sales de calcio sobre sólidos solubles

En la tabla 7 y figura 6 se observa que en todos los tratamientos aumenta la concentración de sólidos solubles de tunas de variedad blanca tratados con soluciones de sales de calcio almacenados durante 15 días de almacenamiento, el testigo presento

mayor concentración de sólidos solubles con 12,28 °brix, a comparación del T1 (12,10 °brix) y T3 (12,19 °brix), siendo mayor a los T2 (11,95 °brix) y T4 (12,05 °brix) hasta los 15 días de almacenamiento. Observándose en tabla de análisis de varianza anexo IV (c.1) existe diferencias significativas lo cual indica que los factores influyen sobre esta variable, por lo cual se realizó la prueba de comparación Tukey anexo IV (tabla c.1.1, tabla c.1.2, tabla c.1.3.)

En la tabla 8 y figura 7 se muestra los resultados de sólidos solubles en frutos de variedad morada tratados con soluciones de sales de calcio.

Tabla 8. Resultados de sólidos solubles (°brix) durante el almacenamiento de tunas variedad morada

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 cloruro de calcio 2%</b>	11,59±0,10	11,72±0,07	11,81±0,09	11,89±0,07
<b>T2 cloruro de calcio 3%</b>	11,57±0,07	11,62±0,07	11,69±0,09	11,75±0,10
<b>T3 lactato de calcio 2%</b>	11,59±0,09	11,75±0,09	11,86±0,07	11,98±0,09
<b>T4 lactato de calcio 3%</b>	11,58±0,08	11,68±0,09	11,75±0,08	11,84±0,09
<b>testigo</b>	11,59±0,09	11,79±0,05	11,92±0,06	12,04±0,04

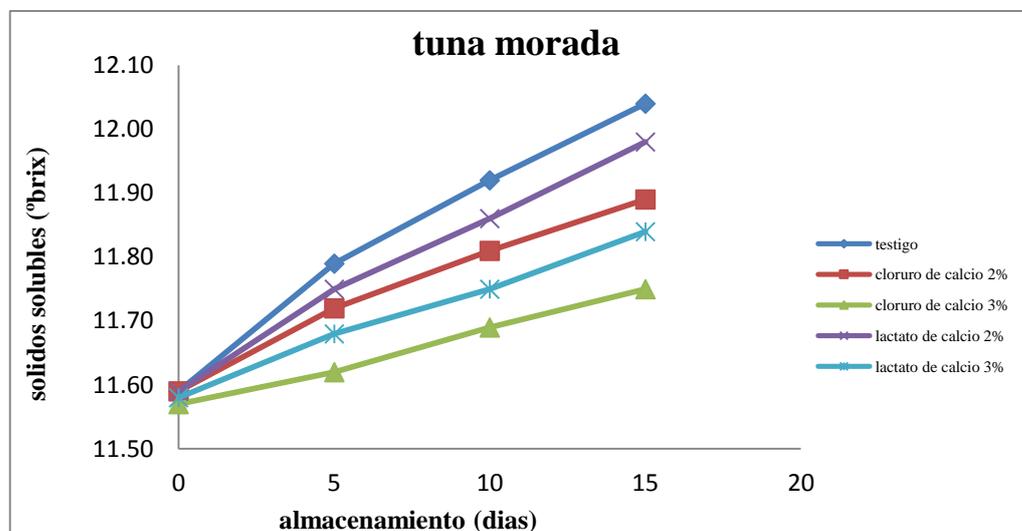


Figura 7. Efecto de sales de calcio sobre sólidos solubles

En la tabla 8 y figura 7 se muestra los resultados de frutos de variedad morada al igual que la variedad blanca hubo una mayor concentración de sólidos solubles a medida que avanzó el tiempo durante 15 días de almacenamiento, el testigo presento mayor concentración de sólidos solubles con 12,04 °brix, a comparación del T1 (11,89 °brix) y T3 (11,98 °brix), siendo mayor a los T2 (11,75 °brix) y T4 (11,84 °brix) hasta los 15 días de almacenamiento. Observándose en la tabla de análisis de varianza anexo IV

(c.2) existe diferencias significativas lo cual indica que los factores influyen sobre esta variable, por lo cual se realizó la prueba de comparación Tukey anexo IV (tabla c.2.1, tabla c.2.2, tabla c.2.3.).

En las tablas 7 y 8 y figuras 6 y 7 se mostraron que hubo una mayor concentración de sólidos solubles hasta los 15 días de almacenamiento en frutos de tuna en ambas variedades esto debido a la pérdida de peso, coincidiendo con lo reportado por (Cantwell, 1995 y Barbera *et al.*, 1992 citado por Pinedo *et al.*, 2010) con una concentración de sólidos solubles de 10 a 15 °brix, también (Guerrero y Ochoa, 2013) reportaron una concentración de sólidos solubles de 13,50 °brix, aunque se observan una ligera variación con respecto a lo reportado por (Albano *et al.*, 2015, Alves *et al.*, 2015, Aquino *et al.*, 2012 y Cerezal y Duarte, 2005) quienes reportan un contenido de 11.2 – 14.8 °brix. Estas diferencias varían de acuerdo a la variedad (Kuti y Galloway, 1994 citado por Aquino *et al.*, 2012). Comportamiento similar reporta (Hernández, 2001) en frutos de arazá tratados con diferentes dosis de cloruro de calcio, sin embargo, (Núñez *et al.*, 2012) menciona que los frutos de fresa tratados con cloruro de calcio mostraron una mayor estabilidad de grados brix durante todo el periodo de almacenamiento, coincidiendo con lo reportado por (García y Praderas, 2010) lo que nos permite decir que el calcio posee un efecto positivo en la tasa metabólica del fruto, no afectando su calidad. También (Chávez y Saucedo, 1985 citado por Pinedo *et al.*, 2010), reportaron un incremento de los sólidos solubles en tuna almacenada, e indicaron que el incremento pudo ser debido a la hidrólisis de carbohidratos complejos a azúcares. Se puede inferir que las sales de calcio tienen efectos sobre la reducción de sólidos solubles, debido a que reduce la pérdida de peso, y por ende la concentración de sólidos solubles es menor, lo cual explicaría una menor concentración de sólidos solubles a frutos tratados con sales de calcio.

#### **4.1.4. Acidez**

En la tabla 9 y figura 8 se muestra los resultados de la acidez en frutos de variedad blanca tratados con soluciones de sales de calcio.

Tabla 9. Resultados de acidez (% de ácido cítrico) durante el almacenamiento de tunas variedad blanca

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 cloruro de calcio 2%</b>	0,075±0,0055	0,068±0,0038	0,062±0,0045	0,058±0,0035
<b>T2 cloruro de calcio 3%</b>	0,076±0,0053	0,074±0,0056	0,069±0,0040	0,065±0,0042
<b>T3 lactato de calcio 2%</b>	0,075±0,0050	0,065±0,0057	0,058±0,0065	0,054±0,0053
<b>T4 lactato de calcio 3%</b>	0,075±0,0061	0,071±0,0053	0,065±0,0059	0,061±0,0051
<b>Testigo</b>	0,074±0,0029	0,062±0,0050	0,055±0,0035	0,052±0,0046

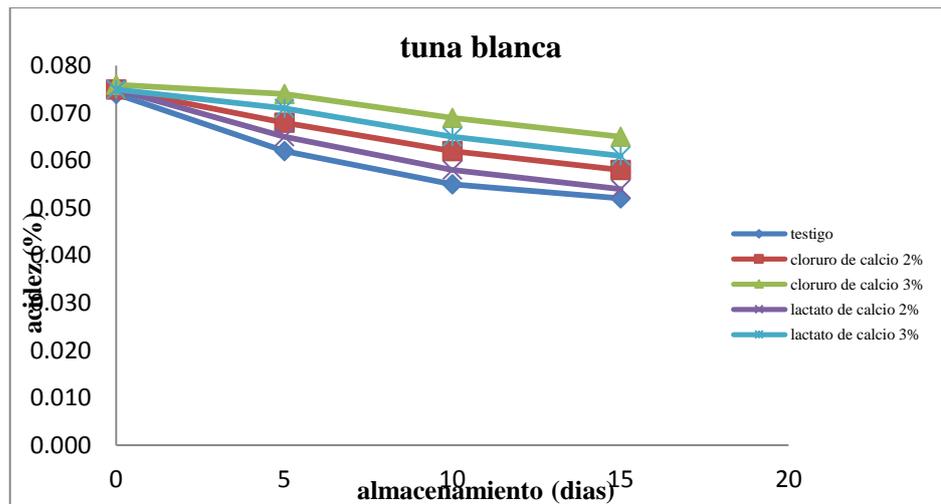


Figura 8. Efecto de sales de calcio sobre la acidez

En la tabla 9 y figura 8 se observan los resultados sobre la reducción de acidez de tunas de variedad blanca almacenados durante 15 días, como se ve en todos los tratamientos se redujeron la cantidad de acidez a medida que avanzó el tiempo de almacenamiento, el testigo presento mayor reducción de acidez con 0,052% de ácido cítrico sin embargo cabe destacar, que el T1 (0,058%) y T3 (0,054%) siendo menor a los T2 (0,065%) y T4 (0,061%) hasta los 15 días de almacenamiento. Observándose en la tabla de análisis de varianza anexo V (tabla d.1) existen diferencias significativas para los factores sales de calcio, concentración y tiempo con respecto a la acidez para ambas variedades, lo cual indica que los factores influyen sobre esta variable, como se observa en la prueba de comparación Tukey anexo V (tabla d.1.1, tabla d.1.2, tabla d.1.3.), se muestran que el cloruro de calcio conserva la acidez a comparación de lactato de calcio, para la concentración de sales de calcio se muestra que al 3% reduce la disminución de acidez, y con respecto del tiempo de almacenamiento se puede observar que los valores de acidez decrecen progresivamente en función del tiempo, comportamiento inverso al de los sólidos solubles, según (Moing *et al.*, 2001) puede

deberse a que los ácidos orgánicos disminuyen con la constante hidrólisis durante la maduración.

En la tabla 10 y figura 9 se muestra los resultados de la acidez en frutos de variedad morada tratados con soluciones de sales de calcio.

Tabla 10. Resultados de acidez (% de ácido cítrico) durante el almacenamiento de tunas variedad morada

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 cloruro de calcio 2%</b>	0,068±0,0012	0,058±0,0036	0,055±0,0040	0,050±0,0025
<b>T2 cloruro de calcio 3%</b>	0,069±0,0015	0,064±0,0036	0,061±0,0036	0,057±0,0036
<b>T3 lactato de calcio 2%</b>	0,069±0,0060	0,055±0,0044	0,052±0,0032	0,047±0,0035
<b>T4 lactato de calcio 3%</b>	0,069±0,0025	0,061±0,0046	0,059±0,0053	0,054±0,0036
<b>Testigo</b>	0,068±0,0055	0,052±0,0059	0,048±0,0066	0,042±0,0035

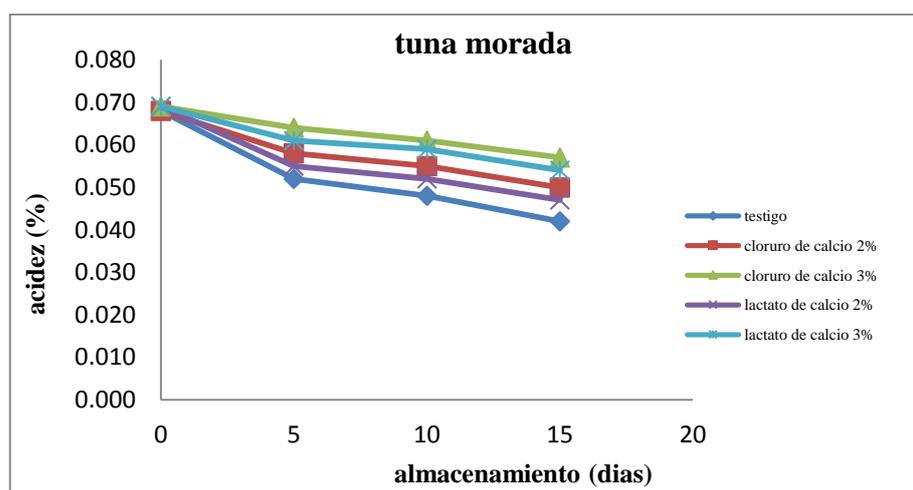


Figura 9. Efecto de sales de calcio sobre la acidez

En la tabla 10 y figura 9 se observan los resultados sobre la reducción de acidez de tunas de variedad morada almacenados durante 15 días, como se ve en todos los tratamientos se redujeron la cantidad de acidez a medida que avanzó el tiempo de almacenamiento, el testigo presentó mayor reducción de acidez con 0,042% de ácido cítrico sin embargo cabe destacar, que el T1 (0,050%) y T3 (0,047%) siendo menor a los T2 (0,057%) y T4 (0,054%) hasta los 15 días de almacenamiento. Observándose en la tabla de análisis de varianza anexo V (tabla d.2) se ve que existen diferencias significativas para los factores sales de calcio, concentración y tiempo con respecto a la acidez, lo cual indica que los factores influyen sobre esta variable, como se observa en la prueba de comparación Tukey anexo V (tabla d.2.1, tabla d.2.2, tabla d.2.3.), se

muestran que el cloruro de calcio conserva la acidez a comparación de lactato de calcio, para la concentración de sales de calcio se muestra que al 3% reduce la disminución de acidez, y con respecto del tiempo de almacenamiento se puede observar que los valores de acidez decrecen progresivamente en función del tiempo, comportamiento inverso al de los sólidos solubles, según (Moing *et al.*, 2001) puede deberse a que los ácidos orgánicos disminuyen con la constante hidrolisis durante la maduración.

Comparando los resultados obtenidos de la acidez en el presente trabajo los frutos de tunas en ambas variedades se encuentra el mismo comportamiento en los valores de acidez decrecen en función del tiempo de almacenamiento, según (Solon *et al.*, 2005) menciona que durante todo el periodo de almacenamiento la concentración de ácidos orgánicos tiende a disminuir en la mayoría de los frutos debido a la utilización de los mismos como substrato respiratorio, también (Moing *et al.*, 2001) indica que puede deberse a que los ácidos orgánicos disminuyen con la constante hidrolisis durante la maduración, sin embargo en los tratamientos con sales de calcio hubo una reducción en la disminución de la acidez, esto concuerda con lo mencionado por (Núñez *et al.*, 2012) en donde menciona que los frutos de fresa tratados con cloruro de calcio conservan la estabilidad de acidez, debido a que disminuyen la frecuencia respiratoria y retrasan la utilización de los ácidos orgánicos en las reacciones enzimáticas. Se puede inferir que las sales de calcio tienen efectos sobre la reducción de acidez, debido a que reduce la pérdida de peso, y por ende el aumento de la concentración de acidez es menor, lo cual explicaría una menor concentración de acidez en frutos tratados con sales de calcio.

Los valores encontrados en esta investigación coinciden con el rango reportado por diferentes investigadores. Gurrieri *et al.* (2000), Piga (2004), reportaron que la acidez se encuentra entre 0,01 y 0,18% (equivalentes de ácido cítrico).

#### **4.1.5. Capacidad antioxidante**

En la tabla 11 y figura 10 se muestra los resultados de la capacidad antioxidante en frutos de variedad blanca tratados con soluciones de sales de calcio.

Tabla 11. Resultados de capacidad antioxidante durante el almacenamiento de tunas variedad blanca ( $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$ )

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 cloruro de calcio 2%</b>	2,522±0,0142	2,525±0,00778	2,527±0,0062	2,533±0,0023
<b>T2 cloruro de calcio 3%</b>	2,522±0,0373	2,524±0,0046	2,528±0,0057	2,533±0,0023
<b>T3 lactato de calcio 2%</b>	2,523±0,0044	2,525±0,0045	2,528±0,0057	2,533±0,0023
<b>T4 lactato de calcio 3%</b>	2,523±0,0140	2,525±0,0045	2,528±0,0057	2,534±0,0040
<b>Testigo</b>	2,522±0,0069	2,524±0,0092	2,527±0,0110	2,532±0,0103

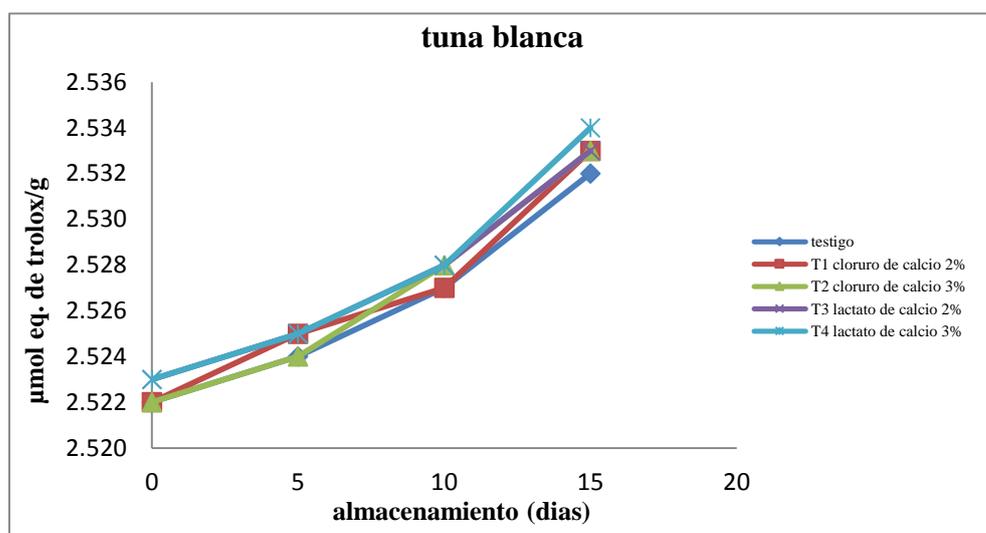


Figura 10. Efecto de sales de calcio sobre la capacidad antioxidante

En la tabla 11 y figura 10 se muestran los resultados de frutos de tuna de variedad blanca tratados con soluciones de sales de calcio y el testigo se mantuvieron constantes sin diferencias significativas, con una capacidad antioxidante de 2,522  $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$  para el testigo, al igual que los tratamientos T1 (2,522  $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$ ), T2 (2,522  $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$ ), T3 (2,523  $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$ ) y T4 (2,523  $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$ ) hasta los 15 días de almacenamiento. Considerando el análisis de varianza anexo VI (tabla e.1) se ve que no se existen diferencias significativas, lo cual indica que las sales de calcio no influye en la capacidad antioxidante de la tuna, es decir que los valores promedio de capacidad antioxidante fueron similares tanto para los tipos de sales, concentración y tiempo de almacenamiento.

En la tabla 12 y figura 11 se muestra los resultados de la capacidad antioxidante en frutos de variedad morada tratados con soluciones de sales de calcio.

Tabla 12. Resultados de capacidad antioxidante durante el almacenamiento de tunas variedad morada ( $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$ )

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 cloruro de calcio 2%</b>	3,081±0,0100	3,082±0,0114	3,085±0,0066	3,089±0,0085
<b>T2 cloruro de calcio 3%</b>	3,081±0,0090	3,083±0,0133	3,086±0,0090	3,089±0,0095
<b>T3 lactato de calcio 2%</b>	3,080±0,0100	3,082±0,0133	3,085±0,0115	3,088±0,0105
<b>T4 lactato de calcio 3%</b>	3,080±0,0095	3,082±0,0135	3,086±0,0080	3,089±0,0140
<b>testigo</b>	3,080±0,0069	3,082±0,0092	3,085±0,0110	3,087±0,0103

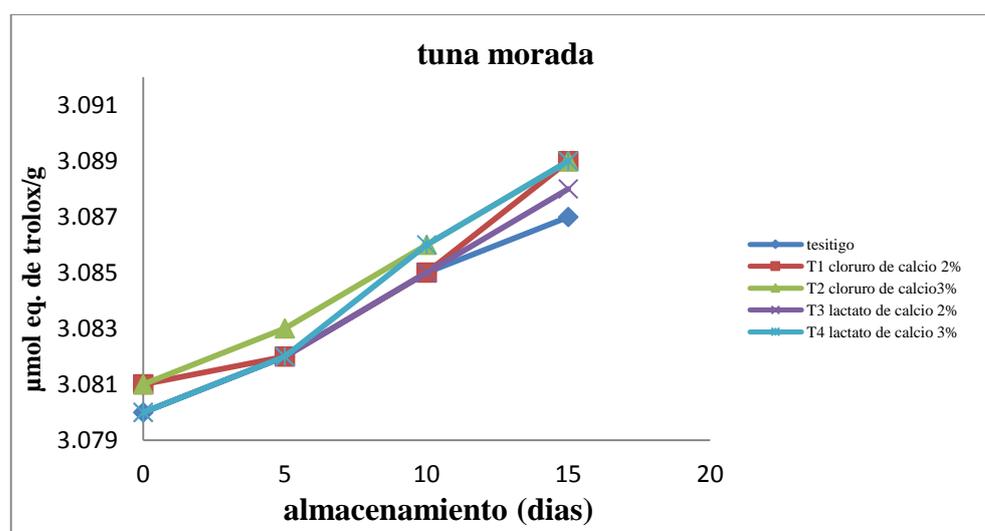


Figura 11. Efecto de sales de calcio sobre la capacidad antioxidante

En la tabla 12 y figura 11 se muestran los resultados de frutos de variedad morada, en el testigo y las tunas con tratamientos prácticamente se mantuvieron constantes sin diferencias significativas hasta los 15 días de almacenamiento. Considerando el análisis de varianza anexo VI (cuadro e.2) se ve que no se existen diferencias significativas, lo cual indica que las sales de calcio no influye en la capacidad antioxidante de la tuna, es decir que los valores promedio de capacidad antioxidante fueron similares tanto para los tipos de sales, concentración y tiempo de almacenamiento.

Como se observa en las tablas 11 y 12 que la tuna de variedad morada presenta mayor capacidad antioxidante que se encuentra alrededor de 3,080 a 3,089  $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$  a comparación de la variedad blanca que se encuentra alrededor de 2,522 a 2,534  $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$ , (Carrasco y Encina, 2008) ellos concluyeron que la

actividad antioxidante está directamente relacionado con la variedad de la tuna así como en el contenido de pigmentos.

La capacidad antioxidante descrita en frutos de tuna morada se correlaciona con la concentración de compuestos fenólicos, flavonoides, betalainas y de ácido ascórbico (Sumaya-Martínez *et al.*, 2011; Galati *et al.* 2003). Según (Kuti, 2004) la capacidad antioxidante de los frutos de tuna puede deberse a la presencia sinérgica de flavonoides, compuestos fenólicos, ácido ascórbico y carotenoides. (Mirko, 2014) indica que la tuna es un sistema que en su composición existe una serie de nutrientes y micronutrientes con una reconocida capacidad antioxidante y estas se encuentran en mayor o menor proporción de acuerdo al estado de madurez, condiciones edáficas y nutrientes del suelo y otros como la temperatura de concentración de las pulpas ya que estas influyen directamente en la presencia de ácidos fenólicos los cuales constituyen una fracción polifenólica de la tuna.

Para tuna de variedad morada los valores se encuentran dentro del rango reportado por (Carrasco y Encina, 2008) que es un valor de 2,604  $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$  y (Butera *et al.*, 2002) que reportaron un valor de 4,20  $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$ . Para la capacidad antioxidante de tuna blanca, (Stintzing *et al.*, 2005) reportaron valores de 2,24 a 3,31  $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$  y (Guerrero y Ochoa, 2013) reportaron valores de 0,76 a 0,94  $\mu\text{mol eq. de trolox/g}$  lo cual indica, que los valores obtenidos en la investigación se encuentran dentro de los resultados de los autores mencionados.

#### 4.1.6. Vitamina C

En la tabla 13 y figura 12 se muestran los resultados de frutos de tuna de variedad blanca tratados con soluciones de sales de calcio

Tabla 13. Resultados de vitamina C durante el almacenamiento de tunas variedad blanca (mg/100g)

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 cloruro de calcio 2%</b>	20,52±0,04	20,41±0,03	20,33±0,05	20,28±0,04
<b>T2 cloruro de calcio 3%</b>	20,52±0,04	20,47±0,03	20,41±0,06	20,37±0,05
<b>T3 lactato de calcio 2%</b>	20,51±0,03	20,38±0,08	20,29±0,04	20,24±0,05
<b>T4 lactato de calcio 3%</b>	20,53±0,05	20,44±0,03	20,37±0,06	20,33±0,06
<b>testigo</b>	20,52±0,02	20,35±0,06	20,25±0,07	20,20±0,05

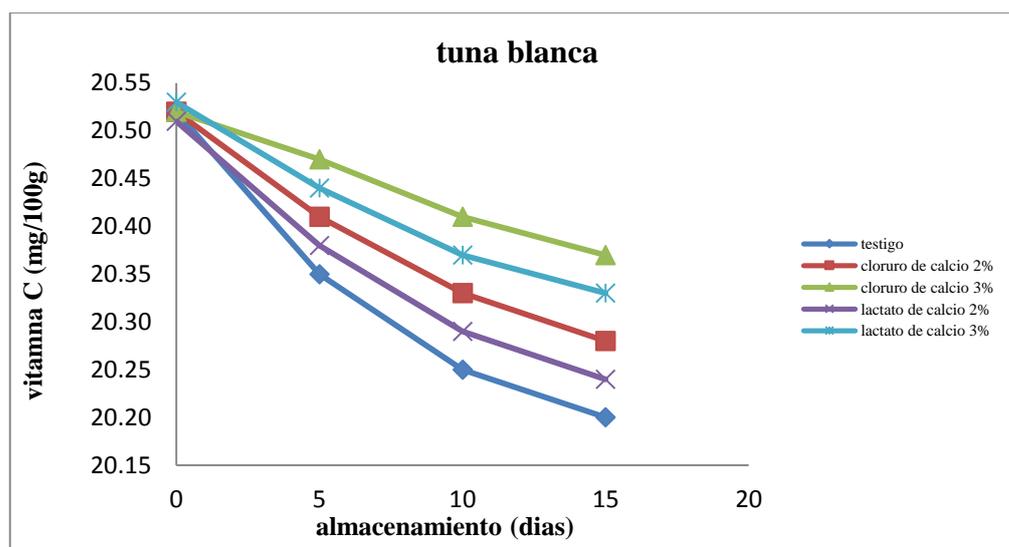


Figura 12. Efecto de sales de calcio sobre la vitamina C

En la tabla 13 y figura 12 se muestran los resultados de frutos de variedad blanca tratados con soluciones de sales de calcio, el testigo presentó una mayor disminución de vitamina C con 20,18mg/100g, sin embargo cabe destacar, que el T1 (20,28mg/100g) y T3 (20,24mg/100g), reflejaron valores similares al testigo, siendo menor a los T2 (20,36mg/100g) y T4 (20,34 mg/100g) que presentó una mayor concentración de vitamina C hasta los 15 días de almacenamiento. En el análisis de varianza anexo VII (tabla f.1) realizado a los resultados obtenidos se observaron diferencias significativas para los factores sales de calcio, concentración y tiempo con respecto a la vitamina C, lo cual indica que los factores afectaron sobre esta variable, como se observa en la prueba de comparación Tukey anexo VII (tabla f.1.1, tabla f.1.2, tabla f.1.3). Con respecto a las sales de calcio el cloruro de calcio redujo la disminución de la vitamina C a comparación de lactato de calcio, a mayor concentración se redujo la vitamina C, y con respecto del tiempo de almacenamiento a medida que transcurre el tiempo se reduce la vitamina C. Esto debido a que el tiempo de almacenaje se asocia principalmente con la degradación del ácido ascórbico debido a los procesos de oxidación ocurridos durante el almacenaje (Nazmy A. *et al.*, 2012).

En la tabla 14 y figura 13 se muestran los resultados de frutos de tratados con sales de calcio en tunas con variedad morada

Tabla 14. Resultados de vitamina C (mg/100) durante el almacenamiento de tunas variedad morada

Tratamiento	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 cloruro de calcio2%</b>	22,46±0,06	22,32±0,05	22,23±0,06	22,18±0,07
<b>T2 cloruro de calcio3%</b>	22,47±0,05	22,40±0,06	22,34±0,08	22,29±0,09
<b>T3 lactato de calcio 2%</b>	22,46±0,07	22,27±0,10	22,16±0,05	22,12±0,08
<b>T4 lactato de calcio3%</b>	22,46±0,08	22,35±0,09	22,29±0,08	22,24±0,08
<b>testigo</b>	22,45±0,02	22,22±0,03	22,14±0,02	22,07±0,04

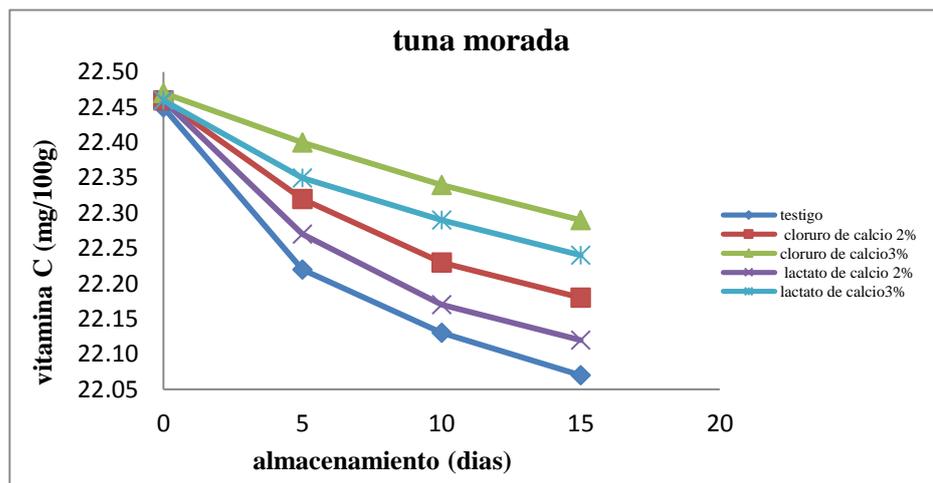


Figura 13. Efecto de sales de calcio sobre la vitamina C

g

En la tabla 14 y figura 13 se muestran los resultados de frutos de variedad morada tratados con soluciones de sales de calcio, el testigo presento una mayor disminución de vitamina C con 22,07 mg/100g, sin embargo cabe destacar, que el T1 (22,18 mg/100g) y T3 (22,12 mg/100g), reflejaron valores similares al testigo, siendo menor a los T2 (22,29 mg/100g) y T4 (22,24 mg/100g) que presento una mayor concentración de vitamina C hasta los 15 días de almacenamiento. En el tabla de análisis de varianza anexo VII (cuadro f.2) realizado a los resultados obtenidos se observaron diferencias significativas para los factores sales de calcio, concentración y tiempo con respecto a la vitamina C, lo cual indica que los factores afectaron sobre esta variable, como se observa en la prueba de comparación Tukey (anexo VII, tabla f.2.1, tabla f.2.2, tabla f.2.3). Con respecto a las sales de calcio el cloruro de calcio redujo la disminución de la vitamina C a comparación de lactato de calcio, a mayor concentración se redujo la vitamina C, y con respecto del tiempo de almacenamiento a medida que transcurre el tiempo se reduce la vitamina C. Esto debido a que el tiempo de

almacenaje se asocia principalmente con la degradación del ácido ascórbico debido a los procesos de oxidación ocurridos durante el almacenaje (Nazmy A. *et al.*, 2012).

En los frutos de tunas en ambas variedades se observa que los valores de vitamina C decrecen en función del tiempo de almacenamiento, según (Pinedo *et al.*, 2010) menciona que hay una amplia variación los cuales son de 4,6 a 43,3mg/100g de pulpa y que es uno de los compuestos que más rápido se degrada. Figueroa *et al.* (2010) presenta similares resultados en 12 variedades de *Opuntia sp.* (5.31 – 25.0 mg/100). (Lee y Kader, 2008) mencionan que por lo general los frutos y vegetales recién cosechados contienen más vitamina C que aquellos que ya están almacenados. Esto debido a que el tiempo de almacenaje se asocia principalmente con la degradación del ácido ascórbico debido a los procesos de oxidación ocurridos durante el almacenaje (Nazmy A. *et al.*, 2012). Lee y Kader (2000) mencionan que el contenido de vitamina C (ácido ascórbico y dihidroascórbico) de frutas y hortalizas frescas depende de la especie, cultivar, condiciones climáticas, prácticas de cultivo, estado de madurez y por supuesto manipulación poscosecha. Inmersiones de frutos de níspero en el 2% y 3% de CaCl<sub>2</sub> en el contenido de ácido ascórbico se redujo mejor con sales de cloruro de calcio hasta 4 semanas (Akhter *et al.*, 2010).

#### 4.1.7. Vida útil

En el cuadro de análisis de varianza para vida útil con respecto al porcentaje de pérdida de peso, para ver las influencias que tuvieron los factores: sales de calcio, temperatura y tiempo, sobre la vida útil de los frutos de tuna (anexo VII, tabla g.1 y tabla g.2), se evidencia que existió una diferencia altamente significativo, en el cual indica que los factores y su interacción afectaron sobre esta variable. En la tabla 15 y figura 14 se observa que la inmersión con cloruro de calcio hubo una menor pérdida de peso que con la inmersión de lactato de calcio. Para la temperatura se observa que a una temperatura de 5° C hubo menor pérdida de peso a comparación de 15°C y 25° C, y para el tiempo de almacenamiento, se observa que la pérdida de peso disminuyo gradualmente conforme transcurre el tiempo para los dos tipos de sales de calcio.

Se observa también el porcentaje de pérdida de peso que tuvieron los tratamientos investigados, donde solo se consideró datos hasta alrededor del 8% porque según (Cantwell, 1995) “la tuna pierde alrededor del 8% de su peso, el deterioro de esta se presenta con el arrugamiento y daños visibles en la fruta”,

teniéndose los siguientes porcentajes promedios de pérdida para cada tratamiento.

Tabla 15. Porcentajes de pérdida de peso para los diferentes tratamientos de tuna variedad blanca

Tratamientos	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 Cloruro de calcio 5°C</b>	0	2,10±0,090	4,48±0,078	7,80±0,189
<b>T2 Cloruro de calcio 15°C</b>	0	3,34±0,073	6,17±0,114	9,59±0,086
<b>T3 Cloruro de calcio 25°C</b>	0	4,53±0,147	8,03±0,103	11,47±0,345
<b>T4 Lactato de calcio 5°C</b>	0	2,65±0,137	5,36±0,078	8,45±0,261
<b>T5 Lactato de calcio 15°C</b>	0	3,58±0,086	6,80±0,125	10,09±0,119
<b>T6 Lactato de calcio 25°C</b>	0	5,36±0,025	8,71±0,070	12,32±0,105
<b>testigo</b>	0	4,20±0,023	7,60±0,021	10,80±0,016

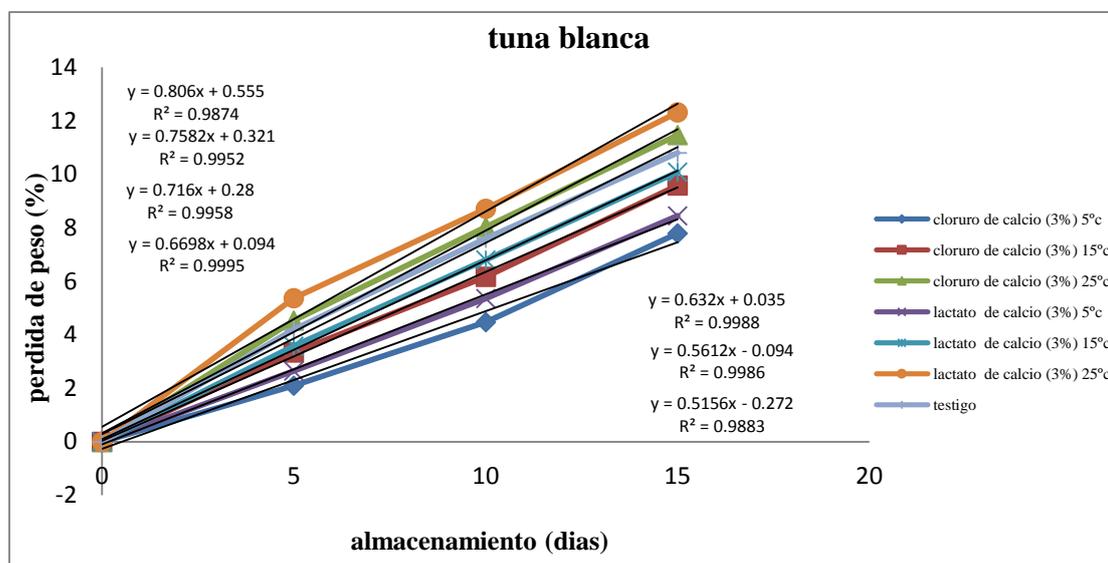


Figura 14. Comparación de pérdida de peso para diferentes tratamientos sales de calcio.

En la figura 14, se observa las tendencias que tuvieron todos los tratamientos con respecto al porcentaje de pérdida de peso, el cual se ha determinado el orden de reacción cero como lo recomienda (Caps y Abril, citado por Luna y Aguilar, 2011). para el T1 (Cloruro de calcio 5°C) una vida útil de 16 días, seguido del T4 (lactato de calcio 5°C) con una vida útil 14 días, seguido por T2 (Cloruro de calcio 15°C) con una vida útil de 13 días, seguido del T5 (lactato de calcio 15°C) con una vida útil de 12 días, seguido por el testigo con una vida útil de 11 días, seguido por T3 (Cloruro de calcio 25°C) con una vida útil de 10 días, y finalmente por el del T6 (lactato de calcio 25°C) con una vida útil 9 días.

Para la variedad morada se observa en la tabla 16 y figura 15 el porcentaje de pérdida de peso que tuvieron los tratamientos investigados, donde solo se consideró datos hasta alrededor del 8% por que según (Cantwell, 1995), teniéndose

los siguientes porcentajes promedios de pérdida para cada tratamiento.

Tabla 16 Porcentajes de pérdida de peso para los diferentes tratamientos de tuna morada

Tratamientos	Días			
	0	5	10	15
<b>T1 Cloruro de calcio 5°C</b>	0	2,40±0,088	4,96±0,178	8,20±0,099
<b>T2 Cloruro de calcio 15°C</b>	0	3,68±0,122	7,28±0,050	10,36±0,034
<b>T3 Cloruro de calcio 25°C</b>	0	5,60±0,081	9,47±0,107	13,65±0,068
<b>T4 Lactato de calcio 5°C</b>	0	2,90±0,076	6,13±0,037	9,15±0,158
<b>T5 Lactato de calcio 15°C</b>	0	4,09±0,077	7,77±0,069	11,29±0,128
<b>T6 Lactato de calcio 25°C</b>	0	6,21±0,162	10,82±0,055	15,20±0,072
<b>testigo</b>	0	5,23±0,016	8,73±0,021	12,27±0,025

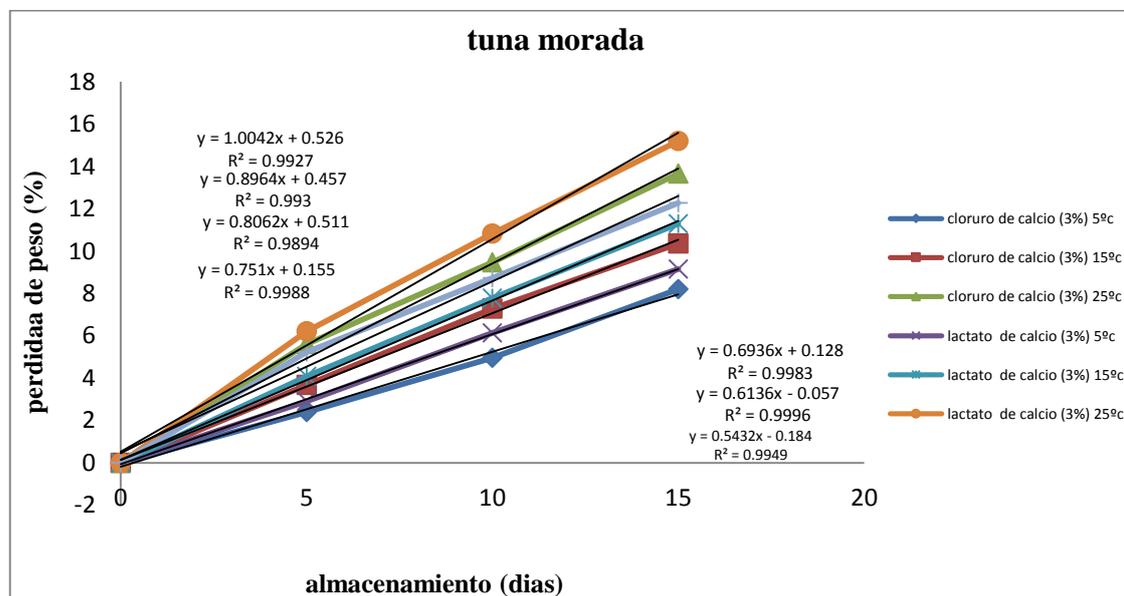


Figura 15. Comparación de pérdida de peso para los diferentes tratamientos de sales de calcio.

Para el T1 (Cloruro de calcio 5°C) una vida útil de 15 días, seguido del T4 (lactato de calcio 5°C) con una vida útil 13, días, seguido por T2 (Cloruro de calcio 15°C) con una vida útil de 12 días, seguido del T5 (lactato de calcio 15°C) con una vida útil de 11 días, seguido por el testigo con una vida útil de 9 días, seguido por T3 (Cloruro de calcio 25°C) con una vida útil de 8 días, y finalmente por el del T6 (lactato de calcio 25°C) con una vida útil 7 días.

En las tablas 15 y 16 y en las figuras 14 y 15 se muestran los porcentajes de pérdida de peso que tuvo los frutos inmersos en las sales de calca tres temperaturas en estudio, lo cual indica que los frutos inmersos a sales de calcio reducen la pérdida de

peso a una temperatura de 5°C , esto debido a que el calcio actúa como componente estructural de las paredes celulares las cuales forman puentes en las cadenas de pectina, (Agusti, 2003) indica que las bajas temperaturas reducen la transpiración y retardan la senescencia, por ende prolongando la vida útil. En el estudio que realizó (Akhtar *et al.*, 2010) en inmersiones de frutos de níspero en el 2% y 3% de CaCl<sub>2</sub> reducen la pérdida de peso durante cuatro semanas. Los frutos inmersos con sales de calcio presentaron menor pérdida de peso, debido a que las sales de calcio cumplen la función de agentes reafirmantes, según (Contreras *et al.*, 2011) 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. La disminución de las pérdidas de peso, con el aumento en el contenido de calcio puede deberse a que el calcio prolonga la integridad de la pared y de la membrana de la célula (Conway *et al.*, 1995).

(Alvarez, J. G., *et al.*, 2014) en el comportamiento poscosecha de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) tratado con cloruro de calcio bajo diferentes temperaturas (6°C y 9°C) de almacenamiento. Los tratamientos cloruro de calcio mantienen la fruta vida útil de 20 días al reducir el ablandamiento de los frutos de tomate de árbol, Ambas temperaturas de almacenamiento de los frutos de tomate de árbol refrigerados redujeron la pérdida de peso de frutas y mantienen la firmeza. (Sanchez *et al.*, 2010) publican que las tunas almacenadas por cuatro semanas presento arrugamientos, y daños visibles en la fruta antes de dos semanas en almacenamiento en ‘Cristalina’, ‘Amarilla Olorosa’ y en ‘Rojo Liso’ cuando la tuna fue tratada con agua caliente, mientras que este fenómeno se observó antes de la primera semana en ‘Dalia Roja’, lo cual es indicativo de mayor susceptibilidad de este cultivar en relación a los otros cultivares.

## CONCLUSIONES

- La variedad blanca tratado con cloruro de calcio al 3% conservo mejor la pérdida de peso 9,58%, firmeza 3,48  $Kg/cm^2$ , sólidos solubles 11,95 °Brix, acidez 0,065% de ácido cítrico, vitamina C 20,36 mg/100 g., y no hubo diferencias en la capacidad antioxidante 2,522  $\mu mol$  eq. trolox/g. respecto a la tuna de variedad morada de igual manera el cloruro de calcio al 3% mostro similar comportamiento, pérdida de peso de: 10,45%; firmeza 2,95  $Kg/cm^2$ ; solidos solubles 11, 73°Brix; acidez 0,057% de ácido cítrico; vitamina C 22,29mg/100g, y tampoco hubo diferencias en la capacidad antioxidante 3,080  $\mu mol$  eq.de trolox/g.
- La vida útil de las dos variedades de tuna con inmersión de cloruro de calcio al 3%, se obtuvo 16 días para la variedad blanca y 15 días para variedad morada a una temperatura de 5°C.

## RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de investigación a las condiciones óptimas de inmersión (tiempo y temperatura) de sales de calcio, para validar que esas condiciones realmente son óptimas
- Se recomienda realizar estudios de aplicaciones sales de calcio en tunas minimamente procesadas.
- Se recomienda realizar estudios de la aplicación de sales de calcio en otras frutas perecibles.

**BIBLIOGRAFÍA**

- A.O. A. C. (2000). *Official Methods of Analysis*. Editorial Board E.U.A.
- Albano, C., Negro, C., Tommasi, N., Gerardi, C., Mita, G., Miceli, A., De Bellis, L. & Blando, F. (2015). Betalains, Phenols and Antioxidant Capacity in Cactus Pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] Fruits from Apulia (South Italy) Genotypes. *Antioxidants*, 4, 269-280. doi: 10.3390/antiox4020269.
- Alves, R., Santana, M., Macedo, E., Sousa, E. & Correia, R. (2015). Physicochemical, bioactive and functional evaluation of the exotic fruits *Opuntia ficus-indica* and *Pilosocereus pachycladus* Ritter from the Brazilian caatinga. *J Food Sci Technol*. doi: 10.1007/s13197-015-1821-4.
- Aguilar, L. M. T., Martínez, A., Barrientos, N., Aguilar, C. y Gallegos, A. (2007). Potencial de oscurecimiento enzimático de variedades de nopalitos. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, (9), 122-135.
- Akhtar, A., N. A Abbasi and A. Hussain. (2010). Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit During storage. *Pak. J. Bot.* 42: 181-188.
- Analiza Calidad. (2011). Microorganismos indicadores. Extraído de abril, 2015, del sitio Web del Centro Europeo de Ciencia e Innovación (Burgos): <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi168arf2005-1.pdf>.
- Aquino, E., Chavarría, Y., Chávez, J., Guzmán, R., Silva, E. & Verdalet, I. (2012). Caracterización fisicoquímica de siete variedades de tuna (*Opuntia* spp.) color rojo-violeta y estabilidad del pigmento de las dos variedades con mayor concentración. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 55: 3-10.
- Arnao, M., Cano, A. y Acosta, M. (2001). The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*. 73, 239-244.
- Belloso, Oliu. (2000). Calidad de frutas frescas cortadas y películas comestibles. Extraído el 20 de abril, 2015, del sitio web del Departamento de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Lleida,

España:<http://www.innovauy.info/docs/presentaciones/20050929/2005DOCOlgaMartin.pdf>

- 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.
- Botero, V.O. (2002). Conservación de la mora de Castilla en atmosferas modificadas. pp. 247-251. Memorias 4º Seminario nacional de frutales de clima frio moderado. Medellin, noviembre 20 a 22 de 2002. Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales (CDTF) y Corpoica, Medellin. 392 p.
- Butera, D., L. Tesoriere, F. Di Gaudio, A. Bogiorno, M. Allegra, A. Pintaudi, R. Kohen and M. Livrea. (2002). Aantioxidant activities of Sicilian prikely pear (*Opuntia ficus indica*) fruit extracs and reducing properties of its betalains, betanin and indicaxanthin. Journal of Agricultural and food chemistry. 50, 6895-6901.
- Campos, J; Contreras, L; Gonzalez, I; Heredia, J; Leyva, N; Muy, M. (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.
- Cantwell, M. (1999). Manejo postcosecha de tunas y nopalitos, Agroecologia, cultivo y usos del nopal. 126-143.
- Castillo, P. C. 2014. Taxonomía de la tuna en el Perú (en línea). Consultado el 22 de abril 2015. Disponible en <https://willkamikhuna.lamula.pe/2014/07/31/taxonomia-de-la-tuna-en-el-peru/ccperalta/>.
- Cerezal, P. y G. Duarte. (2005). Algunas características de tunas (*Opuntia ficus-índica* (L.) Miller) cosechadas en el altiplano andino de la 2da Región de Chile. Universidad de Antofagasta.
- Carrasco, R. y C. Encina, (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas, Revista de la Sociedad Química del Perú: 74(2), 108-124.

- Casas, N. (2011). Evaluación del efecto de la aplicación de calcio en la estabilidad de melón (*Cucumis melo L.*) fresco precortado. Tesis para optar al Título de Magister en Diseño y Gestión de Procesos. Universidad de la Sabana.
- Coavoy, I. A. (2015). Evaluación de la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos de la tuna morada (*Opuntia ficus-indica*) del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Alimentos. Universidad Peruana Unión, Lima.
- Conway, W. S., C. E. Sams, K. D. Hickey, (2002). Pre- And postharvest calcium treatment of Apple fruit and its effect on quality. *Acta Hort.* 594: 413-419.
- Contreras, A.; Laura, A.; Heredia, J. B.; Sánchez, C. E.; Angulo, M. Á.; Villarreal, M. (2011) efecto del genotipo y sales de calcio en la calidad de tomates frescos cortados. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(1): 39-45.
- Corrales, J. y J. Hernández, 2005. Cambios en la calidad postcosecha de variedades de tuna con y sin semilla, *Revista Fitotecnia Mexicana*: 28, 9-16.
- Cuq, J. Calidad de nuestros alimentos y tecnología. La alimentación humana. Barcelona: Bellaterra. ISBN 84-7290-088-6.
- Chaparro, S.P.; Márquez, R.A.; Sánchez, J.P.; Vargas, M.L.; y Gil, J.H. (2015). Extracción de pectina del fruto del higo (*Opuntia ficus indica*) y su aplicación en un dulce de piña. *U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 18(2): 435-443.
- Chessa, I.; Nieddu, G. 1997. Descriptors for cactus pear (*Opuntia* spp.). Ed. P. Inglese. Università degli Studi di Reggio Calabria. Cactusnet Newsletter. FAO International Technical Cooperation Network on Cactus pear. Special Issue May 1997.
- Domínguez y Pedrós, A. (2011). Estudio de la capacidad antioxidante de hojas de *Ginkgo biloba*. Universitat Politècnica de Catalunya. 107 p.
- Do Nascimento, N. M.C.; Pierre, E. J. 2003. Storage temperature. Chapter 8, pp. 1-20. In: *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. Bartz, A. J., Brencht, K. J. (eds.). Marcel Dekker, Inc. New York, USA.

- Esquivel, L., Mechato, A., Simpalo, W., Simpalo, W. (2014) Efecto del cloruro de calcio en el procesamiento mínimo de papaya (*Carica papaya* L.) almacenada en refrigeración bajo atmosfera modificada, evaluado por el modelo D-Óptimo Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación 1(1).
- Figuroa, C. I.; Martínez D. M. T.; Rodríguez, P.E.; Colinas L.T.; Valle, G. S.; Ramírez, R. S. y Gallegos, V. C. (2010). Contenido de pigmentos, otros compuestos y capacidad antioxidante en 12 cultivares de tuna (*Opuntia* spp.) de México. *Agrociencia*. 44: 763-771.
- Galati, E. M.; Mondello, M. R.; Giuffrida; Dugo, G.; Micele, N.; Pergolizzi, S. and Taviana, M. F.(2003). Chemical Characterization and biological effects of Sicilian *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. Fruit juice: antioxidant and antiulcerogenic activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51:4903-4908.
- Galvis, J., H. Arjona, G. Fischer y R. Martinez. (2005). Using modified atmosphere packaging for storing 'Van Dyke' mango (*Mangifera indica* L.) fruit. *Agronomia Colombiana* 23(2), 269-275.
- Galvis, J.; Arjona, H. y Fischer G. (2003). Efectos de la aplicación de cloruro de calcio sobre la vida de almacenamiento y la calidad del fruto de mango (*Mangifera indica* L.) variedad 'Van Dyke'. *Agronomia Colombiana* 21(3), 190-197.
- Garces. (2003). Aditivos y conservantes en los alimentos. Extraído 20 de abril 2015, del sitio Biomantal: <http://www.Biomantal.com/frutas-calcio-a-2176-es.html>.
- Garcia, D. V. (2012). Efecto de sales de calcio en la aceptabilidad de papaya fresca cortada. Para optar título de Ingeniero de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- Garcia A. D y Praderas G. M. (2010). Influencia del cloruro de calcio y de un tipo de empaque sobre las propiedades fisicoquímicas y la textura de la fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) durante el almacenamiento. *Facultad de Agronomía Medellín* 63(1): 5417-5427.

- González, R. G.; Morales, T. O.; Olivares, E. S.; Aranda, J. R. (2001). Conservación de una variedad de tuna (Burrona) bajo diferentes manejos poscosecha. *Revista Mexicana de Ciencia Universidad Autónoma de Nuevo León*. 4 (3): 322-329.
- Gurrieri S.; Miceli L.; Lanza C.M.; Tomaselli F.; Bonomo R.P. y Rizzarelli E., (2000). Chemical characterization of Sicilian prickly pear (*Opuntia ficus indica*) and perspectives for the storage of its juice. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 5424-5431.
- Hernández, M.S. (2001). Conservación del fruto de arazá durante la poscosecha mediante la aplicación de diferentes técnicas. Disertación de tesis doctoral. Universidad Nacional de Colombia.
- Jorge, P.; Troncoso, L. (2016). Capacidad antioxidante del fruto de la *Opuntia apurimacensis* (ayrampo) y de la *Opuntia ficus-indica* (tuna). *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 77(2): 105-109.
- Kuklinski, C. (2003). Nutrición y bromatología. Barcelona: Omega. ISBN 84-282-1330.
- Kuti J. (2004) Antioxidant compounds from four *Opuntia* cactus pear fruit varieties. *Food Chemistry* 85: 527-533.
- Lamikanra, O. (2002). Fresh-cut fruits and vegetables science, technology and market. Ed. CRC Press. Boca Raton London New York Washington, D.C. 452 p.
- Lara, I., P. and Vendrell, M., (2004). Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria ananassa Duch.*) fruit. *Postharvest Biology and Technol.*, 34: 331-339.
- Lee, S. K. and Kader, A. A., (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content in horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20:207-220.
- León, O. (1997). Obtención de zumo de tuna (*Opuntia ficus india Miller*) clarificado por vía enzimática. Universidad Nacional del Centro del Perú - Huancayo.
- Luna G. I. y Aguilar S. L. (2011). Conservación de los alimentos y predicción de su vida útil. primera edición. Puno-Peru. 95p.

- Luna-Guzmán, I.; Barrett, D. M. (2000). Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology* 19(1): 61-72.
- Luna-Guzmán, I.; Cantwell, M.; Barret, D. M. (1999). Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl<sub>2</sub> dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. *Postharvest Biology and Technology* 17: 201-213.
- Martin, A. B., Rico, D., Frias, J. M., Barat, J. M., Henehan, G. T. M., y Barry-Ryan, C. (2007). Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed 489 fruits and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 210-218.
- Mayorga, M. C., Urbiola, M. C., Suárez, R Y Escamilla, S. H. M. (1990). Estudio agrónomico de xoconostle *Opuntia* spp. en la zona semiárida del Estado de Querétaro. In: López J. J. y Ayala, M. J. S. eds. pp. 239-245. Memoria. 3<sup>a</sup> Reunión Nacional 1<sup>a</sup> Reunión Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del nopal. Ed. Universidad Autónoma Agraria «Antonio Narro», Saltillo, Coahuila, México.
- Melo, V. y Cuamatzi (2006). *Bioquímica de los procesos metabólicos*. 2da Edición. Editorial Reverte. D. F., México, pp 406.
- Mirko, A. (2014). Evaluación de betaninas y actividad antioxidante en pulpa concentrada de tuna (*Opuntia ficus indica*) Variedad Morado. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo.
- Moing, A., C. Renaud., M. Gaudillere., P. Raymond., P. Roudeillac., B. Denoyes-Rothan. (2001). Biochemica changes during fruit development of four strawberry cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.126, p.394-403.
- Muñoz De Chávez, M., A. Chávez, V. Valles, And J. Roldan. (1995). The nopal: A plant of main fold quality. *World Review of Nutrition and Dietetics* 77:109-134.

- Nazmy A, A., N. Samah I And K. Hassan. M. (2012). Effects Of Polyolefin Film Wrapping And Calcium Chloride Treatments On Postharvest Quality Of "Wonderful" Pomegranate Fruits. *J. Hort. Sci. & Ornament. Plants.* 4 (1): 07-17.
- Núñez-Castellano, Karla; Castellano, Glady; Ramírez-Méndez, Raúl; Sindoni, María; Marin R., Carlos. (2012). efecto del cloruro de calcio y una cubierta plástica sobre la conservación de las propiedades organolépticas de la fresa (*Fragaria ananassa duch*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 13(1): 21-30.
- Ochoa, J. (2003). Principales características de las distintas variedades de tuna (*Opuntia* spp.) de la República Argentina. In: Inglese, P. y Nefzaoui, A. eds. *Cactusnet Newsletter FAO International Technical Cooperation Network on Cactus pear.* Número especial. Roma. 32 p.
- Ochoa, C. E. y Guerrero, J. (2013). Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre las características de la calidad de tuna blanca Villanueva (*Opuntia albicarpa*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, S. C. Hermosillo, Mexico 14(2): 149-161.
- Pauro, V. (2016). Aplicación de dos métodos (encerado o inmersión en cloruro de calcio) para la conservación poscosecha del aguaymanto (*Physalis peruviana*) sin caliz. Tesis de para optar Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Pérez, L.E. (2003). Aplicación de métodos combinados para el control del desarrollo de pardeamiento enzimático en pera (variedad Blanquilla) mínimamente procesada. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Pinedo-Espinoza, José Manuel; Franco-Bañuelos, Ambrosio; Hernández-Fuentes, Alma Delia. (2010). Comportamiento poscosecha de cultivares de tuna por efecto del manejo del huerto y temperatura de frigoconservación. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 11(1): 43-58.
- Piga, A. (2004) Cactus pear a fruit of nutraceutical and funtional importance. *Journal of the Professional Association for Cactus Development.* 6:9-22.

- Ponce, A. J.; Vela, D. T. (2010). Manejo poscosecha de dos variedades de tuna (*Opuntia ficus – indica*) producida en el valle del Chota. Tesis de Grado de Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales Ibarra- Ecuador.
- Potter, N. y Hotchkiss, J. 1999. Ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza España.
- Prussia, S., G. Lysiak., D. Aggarwal y W. Florkowski. (2005). Postharvest calcium chloride dips for increasing peach firmness. *Acta Horticulturae* (682) 1551-1557.
- Ranganna, S. (1977). Manual of Analysis of fruit and vegetable products. New Delhi. Cap.6. p.108- 109.
- Rodriguez, H.; Sánchez, M.; Sumarriva, L.; Naupari, M.; y Vargas; N. M. (2010). Proyectos educativos-productivos e industrialización de la tuna (*opuntia ficus*) como estrategia en la enseñanza de la educación en industria alimentaria y nutrición en la fan y en la comunidad de San Bartolome. Universidad Nacional de Educación “Enrique Guzmán y Valle” la Cantuta.
- Rodríguez, S.; Orphee, C.; Macias, S.; Generoso, S.; Gomes, L. (1996): Tuna: Propiedades físico-químicas de dos variedades. *La Alimentación Latinoamericana* (210): 34 – 37.
- Rojas, D. N. (2008). Evaluación del contenido de vitamina C, Fenoles totales y actividad antioxidante en pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) de las variedades pera, regional roja y regional blanca. *Memorias*.
- Romero, N., C. Saucedo., P. Sanchez., J. Rodriguez., V. Gonzalez., M. Rodriguez y R. Baez. (2006). Aplicación foliar de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ : Fisiología y calidad de frutos de mango ‘Haden’. *Terra Latinoamericana* 24 (4): 521-527.
- Sáenz, C. (2004). Compuestos funcionales y alimentos derivados de *Opuntia* spp.p. 211-222. In: Esparza, G.,Valdez, R. y Méndez, S. eds. *El Nopal, Tópicos de actualidad*. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

- Sáenz, C. (2006). Características y composición química de los nopales. pp. 7-22. In: C. Rosell ed. Utilización agroindustrial del nopal. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 162. Roma.
- Sáenz, C. (1999). Elaboración de alimentos y obtención de subproductos. pp. 144-150. In: Barbera, G., Inglese, P. y Pimienta, E. eds. Agroecología, cultivo y usos del nopal. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal, 132. Roma.
- Sánchez, R. A.; Zegbe, J. A.; Mena, J.; y Hernández, G. (2010). Factores que influyen en la vida de anaquel de la tuna (*Opuntia spp.*): un estudio exploratorio. Folleto técnico. Campo experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP: p 23.
- Sepúlveda, E.; Sáenz, C. (1990): Características químicas y físicas de pulpa de tuna (*Opuntia ficus indica*). Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos 30 (4): 551 – 555.
- Silveira, G. A. C.; Chisari, M.; Aguayo, G. E. P. y Ártés, C. F. (2006). Algunas sales cálcicas reducen la actividad poligalacturonasa y el ablandamiento en melón *Galia* mínimamente procesado en fresco. VIII Simposio Nacional y V Iberico de Maduración y Postrecolección. Universidad Miguel Hernández. Departamento y Tecnología Agroalimentaria. P. 293-297.
- Singh, B., D. Tandon And S. Kalra. (1993). Changes in postharvest quality mangoes, affected by preharvest application of calcium salts. *Scientia Horticulturae* 54(3): 211-219.
- Solon, N.K.; Menezes, J. B.; Medeiros, M.K.M.; Aroucha, E.M.M.; y Mendes, M. (2005). Conservação Pos-colheita do Mamão Formosa Produzido no Valle do Assu Sob Atmosfera Modificada. *Caatinga*, Mossoro, 18(2): 105-111.
- Stintzing, F.C.; Herbach, K.M.; Mosshammer, M.R.; Reinhold, C.; Weiguang, Y.; Subramani, S.; Akoh, C.C.; Buch, R. y Felker, P. (2005). Color, betalain pattern, and antioxidant properties of cactus pear (*Opuntia spp.*) clones. *J. Agric. Food Chem.*, 53:442-451.

Terán, Y.; Navas, D.; Petit, D.; Garrido, E.; D'Aubeterre, R. (2015). Análisis de las características físicoquímicas del fruto de *opuntia ficus indica* (L.) miller, cosechados en Lara, Venezuela. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 16( 1): 69-74

ANEXOS

Anexo I

Datos obtenidos de las características fisicoquímicas de tuna blanca y tuna morada

Tuna blanca								
sales de calcio	concentración	tiempo	pérdida de peso (%)	firmeza (Kg/cm <sup>2</sup> )	solidos solubles (°brix)	acidez (% de ácido cítrico)	capacidad antioxidante (μmol eq. de trolox/g)	vitamina C (mg/100g)
cloruro de calcio	2%	0	0,00	4,06	11,8	0,076	2,507	20,56
			0,00	4,06	11,8	0,075	2,535	20,50
			0,00	4,06	11,9	0,075	2,525	20,49
		5	3,64	3,74	11,8	0,066	2,521	20,38
			3,67	3,74	11,9	0,072	2,534	20,44
			3,75	3,76	12,0	0,065	2,520	20,40
		10	7,18	3,65	11,9	0,062	2,520	20,32
			7,13	3,66	12,0	0,066	2,529	20,28
			7,22	3,66	12,1	0,057	2,532	20,38
		15	10,43	3,46	12,0	0,056	2,530	20,28
			10,38	3,47	12,1	0,056	2,534	20,25
			10,30	3,47	12,2	0,062	2,534	20,32
	3%	0	0,00	4,08	11,9	0,082	2,480	20,52
			0,00	4,09	11,8	0,074	2,552	20,48
			0,00	4,08	11,7	0,072	2,533	20,55
		5	3,29	3,97	11,7	0,075	2,529	20,47
			3,29	3,97	11,9	0,076	2,520	20,44
			3,33	3,97	11,9	0,068	2,523	20,49
		10	6,13	3,84	11,9	0,068	2,522	20,46
			6,14	3,84	11,9	0,066	2,530	20,43
			6,08	3,84	11,8	0,072	2,533	20,35
		15	9,53	3,70	11,9	0,070	2,530	20,35
			9,62	3,70	11,9	0,064	2,534	20,32
			9,59	3,69	12,0	0,062	2,534	20,42
lactato de calcio	2%	0	0,00	4,06	11,8	0,071	2,562	20,55
			0,00	4,06	11,9	0,075	2,512	20,49
			0,00	4,06	11,8	0,077	2,494	20,50
		5	3,97	3,66	12,0	0,063	2,525	20,46
			3,81	3,66	11,9	0,071	2,530	20,30
			3,88	3,65	11,9	0,060	2,521	20,37
		10	7,31	3,57	12,0	0,054	2,522	20,29
			7,36	3,57	12,1	0,058	2,528	20,32
			7,43	3,57	12,1	0,065	2,533	20,25
		15	10,59	3,40	12,2	0,052	2,530	20,20

	3%		10,65	3,39	12,1	0,052	2,534	20,23
			10,52	3,41	12,3	0,060	2,534	20,29
		0	0,00	4,08	11,7	0,078	2,509	20,50
			0,00	4,09	11,8	0,079	2,537	20,59
			0,00	4,09	11,9	0,068	2,524	20,50
		5	3,59	3,91	11,9	0,074	2,523	20,45
			3,47	3,91	11,8	0,067	2,530	20,40
			3,44	3,89	11,9	0,069	2,521	20,48
		10	6,78	3,76	11,8	0,058	2,522	20,38
			6,80	3,76	12,0	0,067	2,530	20,39
			6,83	3,76	12,0	0,069	2,533	20,33
		15	10,06	3,62	12,0	0,057	2,530	20,27
			10,01	3,64	12,0	0,067	2,538	20,34
			9,94	3,63	12,2	0,060	2,534	20,38

Tuna morada								
sales de calcio	concentración	tiempo	pérdida de peso (%)	firmeza (Kg/cm2)	solidos solubles (°brix)	acidez (% de ácido cítrico)	capacidad antioxidante (µmol eq. de trolox/g)	vitamina C (mg/100g)
cloruro de calcio	2%	0	0,00	3,25	11,7	0,072	3,092	22,51
			0,00	3,25	11,5	0,067	3,080	22,48
			0,00	3,25	11,6	0,066	3,070	22,40
		5	4,37	3,03	11,8	0,060	3,080	22,36
			4,27	3,02	11,7	0,060	3,074	22,32
			4,16	3,01	11,7	0,056	3,092	22,27
		10	8,08	2,90	11,9	0,053	3,092	22,27
			8,00	2,90	11,8	0,053	3,085	22,26
			7,86	2,90	11,7	0,060	3,079	22,16
		15	11,34	2,73	11,9	0,053	3,098	22,17
			11,22	2,72	11,9	0,050	3,089	22,12
			11,35	2,73	11,9	0,048	3,079	22,25
	3%	0	0,00	3,26	11,5	0,072	3,089	22,53
			0,00	3,28	11,6	0,065	3,082	22,46
			0,00	3,29	11,6	0,069	3,071	22,43
		5	3,79	3,18	11,6	0,062	3,080	22,45
			3,66	3,18	11,7	0,065	3,074	22,33
			3,65	3,18	11,6	0,067	3,094	22,40
		10	7,30	3,10	11,7	0,058	3,093	22,42
			7,37	3,09	11,6	0,065	3,087	22,27
			7,24	3,09	11,8	0,060	3,077	22,34
		15	10,42	2,95	11,7	0,053	3,098	22,38
			10,28	2,98	11,8	0,058	3,089	22,27
			10,39	2,97	11,8	0,060	3,079	22,21

lactato de calcio	2%	0	0,00	3,26	11,6	0,068	3,090	22,53
			0,00	3,24	11,5	0,075	3,080	22,40
			0,00	3,26	11,7	0,063	3,070	22,46
		5	4,51	2,97	11,8	0,046	3,080	22,36
			4,59	2,95	11,7	0,058	3,070	22,16
			4,69	2,96	11,7	0,059	3,096	22,28
		10	8,37	2,78	11,9	0,048	3,095	22,18
			8,20	2,79	11,8	0,051	3,087	22,11
			8,26	2,80	11,9	0,055	3,074	22,20
		15	11,70	2,64	12,0	0,050	3,097	22,19
			11,62	2,64	11,9	0,044	3,089	22,04
			11,80	2,64	12,1	0,043	3,078	22,12
	3%	0	0,00	3,26	11,5	0,069	3,070	22,54
			0,00	3,26	11,6	0,066	3,089	22,47
			0,00	3,26	11,7	0,071	3,081	22,38
		5	3,97	3,10	11,7	0,065	3,085	22,26
			4,12	3,12	11,6	0,062	3,070	22,35
			4,09	3,10	11,8	0,058	3,092	22,43
		10	7,66	3,00	11,8	0,055	3,094	22,37
			7,70	3,00	11,7	0,063	3,087	22,22
			7,75	3,01	11,8	0,057	3,078	22,28
		15	10,86	2,84	11,9	0,055	3,103	22,32
			11,04	2,85	11,9	0,057	3,089	22,23
			11,10	2,84	11,8	0,050	3,075	22,17

**Anexo II****a. Análisis de varianza para pérdida de peso y pruebas de significancia en dos variedades de tuna (blanca y morada)****Tabla a.1. Análisis de varianza tuna de variedad blanca**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	0,655669	1	0,655669	124,75	0,0000	*
B:concentraciones	2,71225	1	2,71225	516,04	0,0000	*
C:almacenamiento	680,401	3	226,8	43151,60	0,0000	**
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,0808521	1	0,0808521	15,38	0,0004	*
AC	0,288206	3	0,0960687	18,28	0,0000	*
BC	1,21812	3	0,406041	77,25	0,0000	*
RESIDUOS	0,183956	35	0,00525589			
TOTAL (CORREGIDO)	685,54	47				

**Tabla a.2. Análisis de varianza tuna de variedad morada**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	1,09203	1	1,09203	227,17	0,0000	*
B:concentraciones	3,02003	1	3,02003	628,24	0,0000	*
C:almacenamiento	821,004	3	273,668	56929,42	0,0000	**
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,0261333	1	0,0261333	5,44	0,0256	*
AC	0,424683	3	0,141561	29,45	0,0000	*
BC	1,12478	3	0,374928	77,99	0,0000	*
RESIDUOS	0,16825	35	0,00480714			
TOTAL (CORREGIDO)	826,859	47				

**Anexo III****b. Análisis de varianza para firmeza y pruebas de significancia en dos variedades de tuna (blanca y morada)****Tabla b.1. Análisis de varianza tuna de variedad blanca**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	0,0385333	1	0,0385333	856,30	0,0000	*
B:concentraciones	0,343408	1	0,343408	7631,30	0,0000	**
C:almacenamiento	1,75152	3	0,583839	12974,20	0,0000	**
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,000208333	1	0,000208333	4,63	0,0384	*
AC	0,01405	3	0,00468333	104,07	0,0000	*
BC	0,087375	3	0,029125	647,22	0,0000	*
RESIDUOS	0,001575	35	0,000045			
TOTAL (CORREGIDO)	2,23667	47				

**Tabla b.2. Análisis de varianza tuna de variedad morada**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	0,0581021	1	0,0581021	563,90	0,0000	*
B:concentraciones	0,265519	1	0,265519	2576,96	0,0000	**
C:almacenamiento	1,39341	3	0,464469	4507,84	0,0000	**
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,00046875	1	0,00046875	4,55	0,0400	*
AC	0,0184396	3	0,00614653	59,65	0,0000	*
BC	0,0772896	3	0,0257632	250,04	0,0000	*
RESIDUOS	0,00360625	35	0,000103036			
TOTAL (CORREGIDO)	1,81683	47				

**Anexo IV**

**c. Análisis de varianza para sólidos solubles y pruebas de significancia en dos variedades de tuna (blanca y morada)**

**Tabla c.1. Análisis de varianza tuna de variedad blanca**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	0,0346687	1	0,0346687	6,72	0,0138	*
B:concentraciones	0,115052	1	0,115052	22,29	0,0000	*
C:almacenamiento	0,44619	3	0,14873	28,82	0,0000	*
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,000602083	1	0,000602083	0,12	0,7347	ns
AC	0,0146396	3	0,00487986	0,95	0,4292	ns
BC	0,0275896	3	0,00919653	1,78	0,1686	ns
RESIDUOS	0,18064	35	0,00516113			
TOTAL (CORREGIDO)	0,819381	47				

**Tabla c.1.1. Prueba de Tukey para factor sales de calcio sobre sólidos solubles**

<i>sales de calcio</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
cloruro de calcio	24	11,9088	X
lactato de calcio	24	11,9625	X

**Tabla c.1.2. Prueba de Tukey para factor concentración de sales de calcio sobre sólidos solubles**

<i>concentraciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3%	24	11,8867	X
2%	24	11,9846	X

**Tabla c.1.3. Prueba de Tukey para factor tiempo sobre sólidos solubles**

<i>almacenamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	12	11,8117	X
2	12	11,8883	X
3	12	11,9717	X
4	12	12,0708	X

**Tabla c.2. Análisis de varianza para sólido solubles tunas de variedad morada**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	0,0315188	1	0,0315188	5,55	0,0243	*
B:concentraciones	0,0945188	1	0,0945188	16,63	0,0002	*
C:almacenamiento	0,526456	3	0,175485	30,87	0,0000	*
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,000352083	1	0,000352083	0,06	0,8049	ns
AC	0,0130729	3	0,00435764	0,77	0,5205	ns
BC	0,0270396	3	0,00901319	1,59	0,2103	ns
RESIDUOS	0,19894	35	0,00568399			
TOTAL (CORREGIDO)	0,891898	47				

**Tabla c.2.1. Prueba de Tukey para factor sales de calcio sobre sólidos solubles**

<i>sales de calcio</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
cloruro de cal	24	11,7046	X
lactato de cal	24	11,7558	X

**Tabla c.2.2. Prueba de Tukey para factor concentración de sales de calcio sobre sólidos solubles**

<i>concentraciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3%	24	11,6858	X
2%	24	11,7746	X

**Tabla c.2.3. Prueba de Tukey para factor tiempo sobre sólidos solubles**

<i>almacenamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	12	11,5817	X
2	12	11,6942	X
3	12	11,7808	X
4	12	11,8642	X

**Anexo V**

**d. Análisis de varianza para acidez y pruebas de significancia en dos variedades de tuna (blanca y morada)**

**Tabla d.1. Análisis de varianza tuna de variedad blanca**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFACTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	0,00009075	1	0,00009075	4,87	0,0339	*
B:concentraciones	0,000280333	1	0,000280333	15,06	0,0004	*
C:almacenamiento	0,00160267	3	0,000534222	28,70	0,0000	*
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	7,5E-7	1	7,5E-7	0,04	0,8421	ns.
AC	0,0000129167	3	0,00000430556	0,23	0,8740	ns.
BC	0,0000736667	3	0,0000245556	1,32	0,2837	ns.
RESIDUOS	0,000651583	35	0,0000186167			
TOTAL (CORREGIDO)	0,00271267	47				

**Tabla d.1.1. Prueba de Tukey para factor sales de calcio sobre acidez**

<i>sales de calcio</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
lactato de cal	24	0,0654583	X
cloruro de cal	24	0,0682083	X

**Tabla d.1.2. Prueba de Tukey para factor concentración de sales de calcio sobre acidez**

<i>concentraciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2%	24	0,0644167	X
3%	24	0,06925	X

**Tabla d.1.3. Prueba de Tukey para factor tiempo sobre acidez**

<i>almacenamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4	12	0,0598333	X
3	12	0,0635	X
2	12	0,0688333	X
1	12	0,0751667	X

**Tabla d.2. Análisis de varianza tuna de variedad morada**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	0,0000853333	1	0,0000853333	6,02	0,0193	*
B:concentraciones	0,000320333	1	0,000320333	22,58	0,0000	*
C:almacenamiento	0,00181483	3	0,000604944	42,64	0,0000	*
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,000003	1	0,000003	0,21	0,6485	ns.
AC	0,0000325	3	0,0000108333	0,76	0,5221	ns.
BC	0,000102167	3	0,0000340556	2,40	0,0843	ns..
RESIDUOS	0,0004965	35	0,0000141857			
TOTAL (CORREGIDO)	0,00285467	47				

**Tabla d.2.1. Prueba de Tukey para factor sales de calcio sobre acidez**

<i>sales de calcio</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
lactato de cal	24	0,0578333	X
cloruro de cal	24	0,0605	X

**Tabla d.2.2. Prueba de Tukey para factor concentración de sales de calcio sobre acidez**

<i>concentraciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2%	24	0,0565833	X
3%	24	0,06175	X

**Tabla d.2.3. Prueba de Tukey para factor tiempo sobre acidez**

<i>almacenamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4	12	0,05175	X
3	12	0,0565	X
2	12	0,0598333	X
1	12	0,0685833	X

## Anexo VI

e. Análisis de varianza para capacidad antioxidante en dos variedades de tuna  
(blanca y morada)

Tabla e.1. Análisis de varianza tuna de variedad blanca

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	0,0000046875	1	0,0000046875	0,02	0,8761	ns.
B:concentraciones	5,20833E-7	1	5,20833E-7	0,00	0,9585	ns.
C:almacenamiento	0,000744062	3	0,000248021	1,31	0,2878	ns.
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,00000102083	1	0,00000102083	0,01	0,9420	ns.
AC	7,29167E-7	3	2,43056E-7	0,00	0,9999	ns.
BC	0,00000589583	3	0,00000196528	0,01	0,9985	ns.
RESIDUOS	0,00664606	35	0,000189887			
TOTAL (CORREGIDO)	0,00740298	47				

Tabla e.2. Análisis de varianza tuna de variedad morada

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	3,33333E-7	1	3,33333E-7	0,00	0,9527	ns.
B:concentraciones	0,00000208333	1	0,00000208333	0,02	0,8821	ns.
C:almacenamiento	0,000481417	3	0,000160472	1,72	0,1812	ns.
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	3,33333E-7	1	3,33333E-7	0,00	0,9527	ns.
AC	0,0000015	3	5,E-7	0,01	0,9995	ns.
BC	7,5E-7	3	2,5E-7	0,00	0,9998	ns.
RESIDUOS	0,0032695	35	0,0000934143			
TOTAL (CORREGIDO)	0,00375592	47				

**Anexo VII**

**f. Análisis de varianza para vitamina C y pruebas de significancia en dos variedades de tuna (blanca y morada)**

**Tabla f.1. Análisis de varianza tuna de variedad blanca**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	0,00800833	1	0,00800833	4,22	0,0476	*
B:concentraciones	0,0432	1	0,0432	22,74	0,0000	*
C:almacenamiento	0,319108	3	0,106369	56,00	0,0000	*
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,000133333	1	0,000133333	0,07	0,7926	ns
AC	0,00424167	3	0,00141389	0,74	0,5329	ns
BC	0,01155	3	0,00385	2,03	0,1280	ns
RESIDUOS	0,0664833	35	0,00189952			
TOTAL (CORREGIDO)	0,452725	47				

**Tabla f.1.1. Prueba de Tukey para factor sales de calcio sobre vitamina C**

<i>sales de calcio</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
lactato de cal	24	20,3858	X
cloruro de cal	24	20,4117	X

**Tabla f.1.2. Prueba de Tukey para factor concentración de sales de calcio sobre vitamina C**

<i>concentraciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2%	24	20,3687	X
3%	24	20,4288	X

**Tabla f.1.3. Prueba de Tukey para factor tiempo sobre vitamina C**

<i>almacenamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4	12	20,3042	X
3	12	20,3483	X
2	12	20,4233	X
1	12	20,5192	X

**Tabla f.2. Análisis de varianza tuna de variedad morada**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	0,0212521	1	0,0212521	4,65	0,0381	*
B:concentraciones	0,0760021	1	0,0760021	16,61	0,0003	*
C:almacenamiento	0,459856	3	0,153285	33,51	0,0000	*
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,000102083	1	0,000102083	0,02	0,8821	ns
AC	0,00570625	3	0,00190208	0,42	0,7428	ns
BC	0,0253563	3	0,00845208	1,85	0,1566	ns
RESIDUOS	0,160123	35	0,00457494			
TOTAL (CORREGIDO)	0,748398	47				

**Tabla f.2.1. Prueba de Tukey para factor sales de calcio sobre vitamina C**

<i>sales de calcio</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
lactato de cal	24	22,2938	X
cloruro de cal	24	22,3358	X

**Tabla f.2.2. Prueba de Tukey para factor concentración de sales de calcio sobre vitamina C**

<i>concentraciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2%	24	22,275	X
3%	24	22,3546	X

**Tabla f.2.3. Prueba de Tukey para factor tiempo sobre vitamina C**

<i>almacenamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4	12	22,2058	X
3	12	22,2567	X
2	12	22,3308	X
1	12	22,4658	X

**Anexo VIII**

**g. Análisis de varianza para pérdida de peso y pruebas de significancia en dos variedades de tuna (blanca y morada)**

**Tabla g.1. Análisis de varianza tuna de variedad blanca**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	4,36109	1	4,36109	245,30	0,0000	*
B:temperatura	71,4027	2	35,7013	2008,11	0,0000	**
C:almacenamiento	974,777	3	324,926	18276,22	0,0000	**
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,203078	2	0,101539	5,71	0,0056	*
AC	1,55172	3	0,517241	29,09	0,0000	*
BC	26,0091	6	4,33486	243,82	0,0000	*
<b>TOTAL (CORREGIDO)</b>	<b>1079,26</b>	<b>71</b>				

**Tabla g.2. Análisis de varianza tuna de variedad morada**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Sig.</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>						
A:sales de calcio	7,8342	1	7,8342	493,47	0,0000	*
B:temperatura	140,633	2	70,3166	4429,19	0,0000	**
C:almacenamiento	1266,64	3	422,212	26594,82	0,0000	**
<b>INTERACCIONES</b>						
AB	0,568144	2	0,284072	17,89	0,0000	*
AC	3,57465	3	1,19155	75,05	0,0000	*
BC	56,6299	6	9,43832	594,51	0,0000	*
<b>TOTAL (CORREGIDO)</b>	<b>1476,73</b>	<b>71</b>				

**Anexo IX**

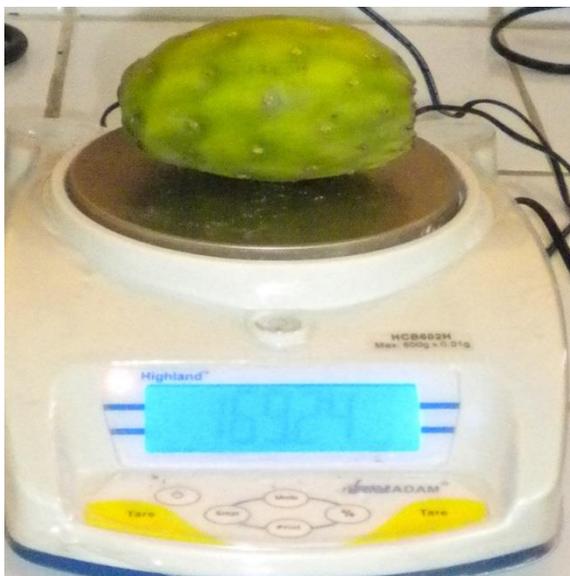
**Panel fotográfico**



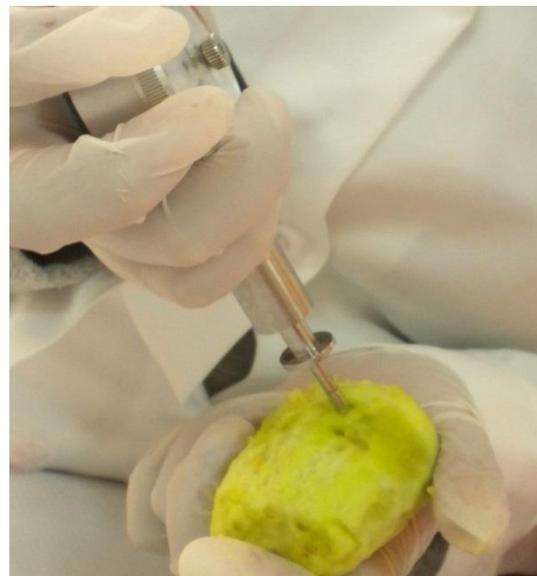
Tuna Blanca



Tuna Morada



Pesado de tuna



Determinación de firmeza



Determinación de °brix



Determinación de acidez



Determinación de vitamina C



Determinación de capacidad antioxidante