

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



## TITULO

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN POSCOSECHA DEL  
APIO (*Apium graveolens*), CON TRES ATMÓSFERAS MODIFICADAS Y  
TRES TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO EN LA PROVINCIA  
DE COTOPAXI, 2013”**

Tesis de grado presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Agrónomo

Autor: Pillajo Leime Marco Leonardo

Asesora Técnica: Ing. Mg. Geovana Paulina Parra Gallardo

Directora: Ing. Karina Marín

Cotopaxi

**2013**

## **Autoría**

Yo, Pillajo Leime Marco Leonardo, portador de la cedula N° 171726254-5, libre y voluntariamente declaro que la tesis titulada: **“Evaluación del comportamiento en poscosecha del apio (*Apium graveolens*), con tres atmósferas modificadas y tres temperaturas de almacenamiento en la provincia de Cotopaxi, 2013”**, es original, autentica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

.....  
Pillajo Leime Marco Leonardo  
CI. 171726254-5

## **AVAL DE DIRECTOR DE TESIS**

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo V Art. 12, literal f del Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Directora del Tema de Tesis: **“Evaluación del comportamiento en poscosecha del apio (*Apium graveolens*), con tres atmósferas modificadas y tres temperaturas de almacenamiento en la provincia de Cotopaxi, 2013”**, debo confirmar que el presente trabajo de investigación fue desarrollado de acuerdo con los planteamientos requeridos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que se encuentra habilitado para presentarse al acto de Defensa de Tesis, la cual se encuentra abierta para posteriores investigaciones.

.....  
**Ing. Karina Marín**

## **APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

En calidad de miembros de Tribunal de la Tesis Titulada: **“Evaluación del comportamiento en poscosecha del apio (*Apium graveolens*), con tres atmósferas modificadas y tres temperaturas de almacenamiento en la provincia de Cotopaxi, 2013”**, de autoría del egresado Pillajo Leime Marco Leonardo, CERTIFICAMOS que se ha realizado las respectivas revisiones, correcciones y aprobaciones al presente documento.

### **Aprobado por:**

Ing. Agr. Karina Marín  
DIRECTORA DE TESIS

---

Ing. Agr. Edwin Chancusig  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. Agr. Ruth Pérez  
MIEMBRO Opositor DEL TRIBUNAL

---

Ing. Agr. Paolo Chasi  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

---

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por otorgarme la sabiduría, salud y bendiciones que he recibido a diario, para así lograr esta meta trazada, dándome la posibilidad de caminar a su lado toda la vida.

A mis padres Marco y Cecilia, por el amor, apoyo incondicional que siempre me han brindado a lo largo de la carrera.

A mis queridas hermanas Magaly y Brenda, por estar siempre a mi lado, en todo momento brindándome su cariño.

Además dar las gracias a todos los profesores, que supieron brindarme todos sus conocimientos, y hacer de mí un buen profesional y mejor persona.

A mí estimada directora de tesis Ing. Karina Marín que ha sido amiga en todo momento ayudándome, sirviéndome de guía, brindándome su dirección en el trabajo de investigación.

Y finalmente a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento

Pillajo L. Leonardo

## **DEDICATORIA**

A mi adorada madre Cecilia Leime que día a día ha confiado en mí, me ha dado sus bendiciones dándome sabiduría y valor para cumplir la meta tan anhelada.

A mi amado padre Marco Pillajo quien con mucho esfuerzo y trabajo me ha guiado en el sendero del bien, inculcando valores en mí persona

A mis queridas hermanas Magaly y Brenda Pillajo, que han sido un puntal importante en mi vida, y así y a toda mi familia que siempre ha estado pendiente de mí.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
AGRADECIMIENTOS .....	v
DEDICATORIA .....	vi
INDICE DE CONTENIDOS .....	vii
INDICE DE CUADROS .....	xi
INDICE DE GRÁFICOS .....	xii
RESUMEN.....	xiv
SUMARY .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	3
Objetivo General .....	3
Objetivos Específicos.....	3
HIPÓTESIS.....	4
Hipótesis Nula.....	4
Hipótesis Alternativa.....	4

## CAPÍTULO I

1.MARCO TEÓRICO .....	5
1.1 Cultivo del apio.....	5
1.1.1 Origen.....	5
1.1.2 Clasificación Taxonómica.....	5
1.1.3 Características Morfológicas del apio.....	6
1.1.3.1 Descripción Morfológica del apio.....	6

1.1.3.2 Labores pre culturales en el apio.....	7
1.1.3.3 Labores culturales en el apio.....	7
1.2 Poscosecha .....	7
1.2.1 Pérdidas en poscosecha .....	7
1.2.2 Evitar las pérdidas en poscosecha .....	7
1.2.3 Índice de calidad .....	8
1.2.4 Pre enfriamiento .....	8
1.2.5 Atmósferas controladas .....	9
1.2.6 Almacenamiento .....	10
1.2.6.1 Temperatura óptima .....	10
1.2.6.2 Efectos de las atmósferas controladas (AC) en almacenamiento .....	11
1.2.7 Hermeticidad de las cámaras.....	11
1.2.7.1 Procedimientos de operación de manejo en cámaras de Atmósferas controladas .....	12

## **CAPÍTULO II**

2 Diseño de la investigación .....	13
2.1 Materiales y recursos.....	13
2.1.1 Materiales .....	14
2.1.2 Materiales de escritorio, gabinete y oficina .....	14
2.1.3 Material experimental .....	14
2.1.4 Insumos .....	14
2.1.5 Equipos.....	14
2.1.6 Talento humano.....	15
2.2 Características del área del experimento.....	15

2.2.1 Lugar .....	15
2.2.2 Ubicación política .....	15
2.2.3 Condiciones Edafoclimáticas .....	15
2.3 Diseño metodológico .....	16
2.3.1 Tipo de investigación .....	16
2.3.1.1 Investigación bibliográfica o documental .....	16
2.3.1.2 Investigación de campo.....	16
2.3.1.3 Investigación descriptiva.....	16
2.3.1.4 Investigación experimental .....	17
2.3.2 Metodología y técnica .....	17
2.3.2.1 Método .....	17
2.3.2.2 Técnicas.....	17
2.3.2.2.1 Observación.....	17
2.3.2.2.2 Toma de datos .....	17
2.4 Diseño experimental.....	18
2.4.1 Factores en estudio .....	18
2.4.2 Disposición del experimento.....	18
2.4.3 Tratamientos en estudio .....	19
2.4.3.1 Unidad en estudio.....	19
2.4.3.2 Especificaciones del área experimental .....	20
2.4.4 Variables a evaluar .....	20
2.4.4.1 Peso del apio .....	20
2.4.4.2 Cambio de color .....	20
2.4.4.3 pH.....	21
2.4.4.4 Incidencia de enfermedades .....	21
2.4.4.5 Firmeza del tallo.....	21

2.4.4.6 Grados brix.....	22
2.4.5 Análisis funcional.....	22
2.4.5.1 Esquema del análisis de varianza.....	23
2.5 Manejo específico de la investigación .....	23
2.5.1 Procedencia de la materia prima .....	23
2.5.2 Recepción de tallos .....	24
2.5.3 Selección de la materia prima .....	24
2.5.3.1 Limpieza.....	24
2.5.3.2 Corte de tallos .....	24
2.5.4 Lavado.....	25
2.5.5 Desinfectado.....	25
2.5.6 Pesado .....	25
2.5.7 Empacado .....	25
2.5.7.1 Empacado en bandeja con rollopac.....	26
2.5.7.2 Empacado en fundas plásticas zipper.....	26
2.5.7.3 Empacado en fundas de plástico normal.....	26
2.5.8 Regulación de plástico y temperatura .....	26
2.5.9 Almacenamiento .....	27
2.5.10 Toma de datos .....	27

### **CAPÍTULO III**

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
3.1 Peso .....	28
3.2 pH.....	35
3.3 Grados brix.....	40

3.4 Firmeza.....	45
3.5 Color.....	50
3.6 Indicador de plagas y enfermedades .....	52
3.7 Análisis Económico .....	54
3.7.1 Ingresos por tratamientos .....	55
3.8 CONCLUSIONES .....	57
3.9 RECOMENDACIONES .....	58
MARCO CONCEPTUAL.....	59
BIBLIOGRAFÍA .....	60
ANEXOS .....	64

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
1 Descripción morfológica del apio .....	6
2 Labores pre culturales en el cultivo del apio.....	6
3 Labores culturales en el cultivo del apio.....	7
4 Guía de almacenamiento de frutas y verduras .....	10
5 Disposición del experimento en el cuarto frío.....	18
6 Tratamientos en estudio para la evaluación del comportamiento en poscosecha del apio ( <i>Apium graveolens</i> ) con tres atmósferas modificadas y tres temperaturas de almacenamiento en la provincia de Cotopaxi .....	19
7 Colorimetría del apio.....	20
8 Incidencia de enfermedades .....	21
9 Esquema del ADEVA para la evaluación del comportamiento es poscosecha del apio ( <i>Apium graveolens</i> ) con tres atmósferas modificadas y tres temperaturas de almacenamiento en la provincia de Cotopaxi .....	23

10	Análisis de varianza para la variable peso con tres temperaturas .....	28
10.1	Análisis de varianza para la variable peso con dos temperaturas .....	28
11	DMS para temperaturas en la variable peso.....	30
12	Prueba de Tukey al 5% para atmósferas en la variable peso .....	31
13	Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable peso .....	33
14	Análisis de la varianza para la variable pH con tres temperaturas .....	35
14.1	Análisis de la varianza para la variable pH con dos temperaturas .....	35
15	Prueba de Tukey y DMS al 5% para (tres) temperaturas en la variable pH .....	36
15.1	Prueba de Tukey y DMS al 5% para (dos) temperaturas en la variable pH.....	36
16	Prueba de Tukey al 5% para atmósferas en la variable pH.....	38
17	Análisis de varianza para la variable Grados brix.....	40
17.1	Análisis de varianza para la variable Grados brix.....	40
18	Prueba de Tukey al 5% para (tres) temperaturas en la variable Grados brix....	41
18.1	Prueba de Tukey al 5% para (dos) temperaturas en la variable Grados brix .41	41
19	Prueba de Tukey al 5% para atmósferas en la variable Grados brix.....	42
20	Análisis de varianza para la variable firmeza (con tres temperaturas).....	45
20.1	Análisis de varianza para la variable firmeza (con dos temperaturas).....	45
21	Prueba de Tukey al 5% para (tres) temperaturas en la variable firmeza.....	46
21.1	Prueba de Tukey al 5% para (dos) temperaturas en la variable firmeza.....	47
22	Prueba de Tukey al 5% para atmósferas en la variable firmeza .....	48
23	Color registrado por tratamiento al inicio del ensayo .....	50
24	Severidad registrada por tratamiento en la investigación .....	52
25	Costos fijos y costos variables por tratamiento.....	54
26	Cálculo de la rentabilidad.....	55

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
1 Promedios para temperaturas en la variable peso .....	30
2 Promedios para atmósferas en la variable peso.....	32
3 Promedios para tratamientos en la variable peso .....	33
4 Promedios para temperaturas en la variable pH.....	37
5 Promedios para atmósferas en la variable pH .....	39
6 Promedios para temperatura en la variable Grados brix .....	42
7 Promedio para atmósferas en la variable Grados brix .....	43
8 Promedios para temperatura en la variable firmeza.....	47
9 Promedios para atmósferas en la variable firmeza.....	48

## RESUMEN

El apio (*Apium graveolens*) originario del mediterráneo, tiene un valor nutritivo alto, siendo muy rico en potasio. En Ecuador no hay datos específicos acerca del área cultivada de apio, pero se estima que en la zona de Izamba, en la provincia de Tungurahua hay más de 12 Hectáreas, según el Tercer Censo Nacional Agropecuario levantado en el año 2000 y sin cifras exactas para Machachi en Pichincha, y Panzaleo en Cotopaxi. El presente trabajo está direccionado a reducir las pérdidas en pos cosecha que llegan hasta el 30%, este problema se da por falta de un buen almacenamiento, esto dicho de los comerciantes del mercado mayorista de Latacunga siendo este el objetivo principal para esta investigación. Para esto se implantó un ensayo en el laboratorio de la Unidad Académica de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales (CAREN) en la hacienda de la Universidad Técnica de Cotopaxi ubicado en la zona de Salache bajo, en la Provincia de Cotopaxi, en el cual se evaluó tres tipos de empaques siendo la bandeja con rollopac, funda plástica zipper y funda plástica normal y tres temperaturas de almacenamiento: a 4 °C, 8 °C, y ambiente, aquí se colocó entre 90 y 100 gramos de apio aproximadamente en cada muestra; hay que recalcar que el apio utilizado pasó por un proceso de corte, lavado, desinfectado, secado y de ahí empacado. Aquí se evaluaron 9 tratamientos con tres repeticiones, dándonos un total de 27 tratamientos en estudio, utilizando un diseño de Parcelas Divididas. El almacenamiento del apio bajo la técnica de atmósferas modificadas, conserva las condiciones físico-químicas y fisiológicas del producto. De los resultados se tiene que el tratamiento que recibió refrigeración á 4 °C y en bandeja con rollopac fué el mejor, debido a que el color, firmeza, grados brix se mantuvo alto durante los 30 días que duró la investigación en almacenamiento, además tuvo el mayor ingreso que fué de 0,60 centavos por cada dólar. Seguido del tratamiento que recibió una temperatura de 4 °C y fué empacado en funda zipper, que mantuvo sus características durante 28 días en almacenamiento y tuvo un ingreso de 0,55 centavos por cada dólar gastado.

## ABSTRACT

Celery (*Apium graveolens*) native to the Mediterranean has a high nutritional value, being rich in potassium. In Ecuador there are no specific data on celery cultivated area, but it is estimated that production of this crop in the Izamba in the province of Tungurahua over 12 acres, according to the Third National Agricultural Census in the year up 2000 without exact figures for Machachi in Pichincha, Cotopaxi and Panzaleo. The aim of this work is directed to reduce post-harvest losses ranging up to 30%, this problem occurs due to lack of good storage, traders said that the wholesale market Latacunga which is the main objective of this research. For this assay in the laboratory of the Academic Unit of Agricultural Sciences and Natural Resources (CAREN) in the property of the Technical University of Cotopaxi located in the Salache low, in the Province of Cotopaxi, which was evaluated was implemented three types of packages being rollopac tray, plastic cover normal zipper plastic bag and three storage temperatures: 4 °C, 8 °C, and environment, which interacted with three packages: rollopac tray, zipper plastic bag and case Normal plastic and placed between 90 and 100 grams of celery about each sample, we must stress that happened celery used for cutting, washing, disinfecting, drying and then packed. Here 9 treatments with three replications were evaluated, giving us a total of 27 treatments under study, using a split plot design. Celery storage under atmospheric modification technique preserves physicochemical and physiological conditions Product. From the results it follows that the treatment he received cooling to 4 ° C and tray rollopac was the best, because the color, firmness, brix degrees remained high during the 30-day research in storage, also had the higher income was 0.60 cents per dollar. Followed by the treatment he received at 4 ° C and was packed in zipper case that remained its features for 28 days in storage tube and an income of 0.55 cents for every dollar spent.

# INTRODUCCIÓN

Desde hace años las frutas y vegetales, se habían almacenado en el campo de una forma rústica y artesanal; generando así un maltrato en el producto cosechado e incrementando las pérdidas económicas, estas circunstancias han llevado a que en la actualidad los agricultores se ven obligados a mejorar los procesos de cosecha y pos cosecha con el fin de reducir las pérdidas de su producción, siendo este el principal objetivo en nuestra presenta investigación. (Baron, 2003)

Según el Tercer Censo Agropecuario del año 2000, el Ecuador posee en la provincia de Tungurahua la mayor superficie de apio cultivado, siendo 12 hectáreas de apio sembrado en cultivo solo, y de 4 hectáreas en asociación y unas pérdidas en cosecha que llegan al 30% debido al mal manejo en almacenamiento, lo que significa pérdidas significativas en la rentabilidad del agricultor. (MAGAP, 2000)

La mayor concentración del comercio de esta hortaliza se realiza en los centros de acopio como son los mercados mayoristas, donde el apio y productos en general llegan alcanzar pérdidas de hasta el 40% de materia verde; lo que significa que el mal manejo en pos cosecha es un factor de importancia en la cadena de producción del apio, esto se lo puede manejar con un buen manejo pos cosecha, en el que implica un buen almacenamiento y a su vez un empaque que permita prolongar la vida en percha, esto dependerá también de un pre enfriamiento del producto como práctica necesaria en pos cosecha, todo esto en un ambiente frío con temperaturas controladas. (FAO, 2006)

Con esta información generada se pretende satisfacer las necesidades del comerciante que poco o nada sabe acerca del almacenamiento que se debe hacer a los productos en pos cosecha, para alargar su vida útil. Además esta información que se obtiene ayudará a que las amas de casa puedan almacenar el apio en refrigeración por más tiempo. (Casaca, 2012)

Y con el almacenamiento en frío se alargará la vida del producto de una mejor manera debido a que los empaques como las bandejas con rollopac, las fundas de plástico normal, o las fundas zipper son reutilizables generando poco desperdicio, y aportando con la descontaminación del planeta. (Casaca, 2012)

El apio es un producto que debe estar en la alimentación de los ecuatorianos debido a un sin número de características especiales tales como un alto contenido de vitamina A, B1, B2, B6, C, y E, y elementos como el potasio, calcio, fósforo, hierro, azufre, cobre, aluminio, zinc y fibra. Ayuda al intestino, a los resfríos y gripe, es relajante, es diurético, ayuda a las articulaciones, disminuye el colesterol, ayuda al corazón, elimina el ácido úrico, previene el cáncer, ayuda con las jaquecas, combate el vitíligo, cálculos. (Carillos, 2002)

Por esta razón se escogió al apio como parte principal de la investigación, ya que aún no se ha logrado obtener mucha información de esta hortaliza de rama que por sus virtudes puede ser consumida de varias maneras tal como sucede en otros países como México, Italia, y China que por mencionar algunos han tomado al apio como parte básica de su alimentación diaria. A lo contrario con lo que sucede en nuestro país el Ecuador solo se lo usa como saborizante de sopas y caldos, y a pesar de que esta hortaliza se la puede encontrar fácilmente todo el año en cualquier mercado, supermercado y a bajo costo, siendo accesible a cualquier familia. (Casaca, 2012)

# **OBJETIVOS**

## **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el comportamiento en pos cosecha del apio (*Apium graveolens*), con tres Atmósferas modificadas y Tres temperaturas de Almacenamiento.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la mejor atmósfera modificada para almacenamiento en frío en apio.
- Determinar la mejor temperatura de almacenamiento en apio.
- Análisis económico.

# **HIPÓTESIS**

## **HIPÓTESIS NULA**

- Las temperaturas y las atmósferas modificadas no influyen en el almacenamiento en apio.

## **HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

- Las temperaturas y las atmósferas modificadas influyen en el almacenamiento en apio.

# CAPITULO I

## 1. MARCO TEORICO

### 1.1 Cultivo del Apio (*Apium graveolens*)

#### 1.1.1 Origen

El origen exacto del apio es aún motivo de discusión. La presencia de formas silvestres de la especie en distintas regiones templadas y pantanosas de Europa y del Asia Occidental, plantea una extensa zona como posible centro de origen. (Fernandez, 2006)

#### 1.1.2 Clasificación taxonómica

El apio es una planta que pertenece a la familia de Umbeliferae, siendo una de las variedades botánicas del apio (FAO, 2004)

**Reino:** Plantae

**Subreino:** Tracheobionta

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Subclase:** Asteridae

**Orden:** Apiales

**Género:** Apium

**Especie:** Graveolens

**Nombre Binomial:** *Apium graveolens*

**Fuente:** (Carillos, 2002)

### 1.1.3. Características morfológicas del apio

#### 1.1.3.1 Descripción morfológica del apio

CUADRO N°1. Descripción morfológica del apio

<b>Órgano de la Planta:</b>	<b>Características:</b>
<b>Raíz</b>	Raíz pivotante, potente y profunda, con raíces secundarias superficiales.
<b>Hojas</b>	Son grandes que brotan en forma de corona; el pecíolo es una penca muy gruesa.
<b>Flores</b>	Es una umbela compuesta de numerosas florecillas generalmente hermafroditas y es de color cremoso.
<b>Tallos</b>	Poseen una textura crujiente y un sabor anisado, ligeramente amargo, agradable y llegan a medir 30 a 40 cm de altura

**Fuente:** (Bohorquez, 2001)

#### 1.1.3.2. Labores pre-culturales:

CUADRO N°2. Labores pre-culturales en el cultivo de apio

<b>Labor:</b>	<b>Descripción:</b>
<b>Preparación del terreno</b>	Se realiza una labor de desfonde profunda, y a continuación dos pases de rotavator, la cual deja el terreno con surcos de 50 cm.
<b>Abonado</b>	Pueden aplicarse 3 kg/m <sup>2</sup> de estiércol bien descompuesto.
<b>Fertilización inicial</b>	Se puede aplicar alrededor de 50 g/m <sup>2</sup> de abono complejo 8-15-15 y 15 g/m <sup>2</sup> de sulfato de potasio. 2 g/m <sup>2</sup> de producto a base de boro.
<b>Siembra</b>	En invierno, cuando la plántula alcanza los 15 cm de altura y ha desarrollado 3 ó 4 hojas verdaderas

**Fuente:** (Bohorquez, 2001)

### *1.1.3.3. Labores culturales en el cultivo del apio*

**CUADRO N°3.** Labores culturales en el cultivo de apio

<b>Labor:</b>	<b>Descripción:</b>
<b>Aporcados</b>	Cuando el cultivo esté en pleno desarrollo, es conveniente aporcar las plantas; con esta operación se aumenta la longitud de las pencas.
<b>Escardas</b>	El apio no admite competencia con las malas hierbas ya que su crecimiento es lento; es necesario mantener limpio el suelo.

**Fuente:** (Bohorquez, 2001)

## **1.2. POSTCOSECHA**

Se entiende por pos cosecha el período comprendido entre la cosecha de la fruta u hortaliza y el momento en que esta es consumida. (INFOAGRO, 2005)

### ***1.2.1. PÉRDIDAS EN POSCOSECHA***

En el mundo, y específicamente en nuestro país, se pierden miles de dólares al año por los daños ocurridos a las frutas y hortalizas después de que se cosechan, sin contar las pérdidas pos cosecha en las exportaciones y las pérdidas indirectas por pérdidas de calidad. Estas pérdidas se estiman entre 10 y 40 % aproximadamente de acuerdo al cultivo. (INFOAGRO, 2005)

### ***1.2.2. EVITAR LAS PÉRDIDAS EN POSCOSECHA:***

Se puede hacer mucho para tratar de reducir estas pérdidas al mínimo, y esta labor empieza desde el campo, por el productor, con un manejo adecuado de las prácticas agrícolas en la etapa pre cosecha, y un manejo adecuado en la cosecha. En las labores de empaque, transporte y distribución se pueden reducir los daños que luego desencadenarán en pérdidas del producto y en los puntos de venta con un manejo adecuado se puede contribuir a no aumentar las pérdidas. (Quintero, 2001)

Y por último, el personaje más importante de esta cadena y que pocas se toma en cuenta para cálculos de pérdidas, que es el usuario final, el consumidor, el que necesita productos de calidad, alimenticios, libres de plagas y enfermedades y que muchas veces por desconocimiento pierde hasta el 100 % de lo que compra. (INFOAGRO, 2005)

### ***1.2.3. ÍNDICE DE CALIDAD***

Un apio de gran calidad tiene tallos bien formados, pecíolos gruesos, compactos (no significativamente abultados o arqueados), poco curvados, una apariencia fresca y color verde claro. Otros índices de calidad son el largo de los tallos y de la nervadura central de la hoja, ausencia de defectos tales como: corazón negro, pecíolos esponjosos, tallos florales y partiduras, así como ausencia de daño por insectos y pudriciones. (Bohorquez, 2001)

### ***1.2.4. PRE ENFRIAMIENTO:***

Se entiende por pre enfriado al proceso mediante el cual se reduce rápidamente la temperatura “de campo” del producto recién cosechado y previo a su procesamiento industrial, almacenamiento o transporte refrigerado. Es un proceso absolutamente necesario para mantener la calidad de frutas, hortalizas y otros productos vegetales y forma parte de la “cadena del frío” para maximizar la vida pos cosecha del producto.

Es beneficioso aun cuando el producto retome posteriormente la temperatura ambiente, ya que el deterioro es proporcional al tiempo expuesto a las altas temperaturas. El pre enfriado generalmente es una operación aparte, la cual requiere de instalaciones especiales, aunque es complementaria del almacenamiento refrigerado. Debido a que los productos agrícolas empiezan su deterioro inmediatamente después de haberse cosechado, es necesario enfriar los productos que han sido cosechados en el campo. (Casaca, 2012)

El efecto de la respiración debido a la oxidación enzimática de la maduración del producto, continua después de haberse cosechados. Este proceso da como resultado el consumo de los azúcares, almidones y humedad del producto. Durante todo este proceso de maduración, se genera calor, así como dióxido de carbono y otros gases. Si este calor no es eliminado, el proceso se acelerará cada vez más. (Quintero, 2001)

Cuando todo esto sucede, el producto generalmente pierde totalmente su frescura y calidad. Abatiendo rápido la temperatura de un producto y mantenerlos a una temperatura baja constante, minimiza el efecto enzimático antes descrito así como otros procesos que originan estas pérdidas en la calidad del producto. En general el pre enfriar un producto agrícola, es darle más tiempo de vida anaquel (punto de venta) en un supermercado. (Casaca, 2012)

### ***1.2.5. ATMÓSFERAS CONTROLADAS***

La atmósfera controlada es una técnica frigorífica de conservación en la que se interviene modificando la composición gaseosa de la atmósfera en una cámara frigorífica, en la que se realiza un control de regulación de las variables físicas del ambiente (temperatura, humedad y circulación del aire). Se entiende como atmósfera controlada (AC) la conservación de productos hortofrutícolas, generalmente, en una atmósfera empobrecida en oxígeno (O<sub>2</sub>) y enriquecida en dióxido carbónico (CO<sub>2</sub>). (Baron, 2003)

En este caso, la composición del aire se ajusta de forma precisa a los requerimientos del producto envasado, manteniéndose constante durante todo el proceso. Esta técnica asociada al frío, acentúa el efecto de la refrigeración sobre la actividad vital de los tejidos, evitando ciertos problemas fisiológicos y disminuir las pérdidas por podredumbres. (Bohorquez, 2001)

La acción de la atmósfera sobre la respiración del fruto es mucho más importante que la acción de las bajas temperaturas. Esta atmósfera controlada ralentiza las reacciones bioquímicas provocando una mayor lentitud en la respiración,

retrasando la maduración, estando el fruto en condiciones latentes, con la posibilidad de una reactivación vegetativa una vez puesto el fruto en aire atmosférico normal. (INFOAGRO, 2005)

## 1.2.6. ALMACENAMIENTO

### 1.2.6.1. Temperatura óptima

La temperatura óptima es de 0 ° C. El apio debe mantener una buena calidad después de ser almacenado de 5 a 7 semanas. Generalmente, el apio es rápidamente enfriado y después conservado a 0 ° C. Si se va a almacenar durante un mes. Para mantener una buena calidad visual y sensorial, no es recomendable su almacenamiento a 5 ° C más de 2 semanas. Cierta crecimiento de los tallos interiores ocurre en pos cosecha a temperaturas mayores de 0° C. (INFOAGRO, 2005)

#### CUADRO N°4. Guía de almacenamiento de frutas y vegetales

GUIA DE ALMACENAMIENTO DE FRUTAS Y VEGETALES (Temperaturas en °F)						
Producto	Hidrofriador	Aire Forzado	Agua-Hielo	Días de Almacenamiento Máximo	Temp. Almacenamiento Recomendada	Temp. De Congelación Máxima
Espárragos	▲			14	32 - 36	31
Aguacates	▲	▲		14 - 28	40 - 55	32
Alubias verdes	▲	▲		10	40 - 45	31
Remolachas	▲			28 - 56	32 - 36	30
Brocoli	▲		▲	10 - 14	32	31
Col		▲		14 - 28	32	30
Zanahoria	▲		▲	10 - 14	32	31
Coliflor		▲		10 - 14	32	31
Apio	▲			14 - 28	32	31
Cerezas	▲	▲		7 - 14	30 - 32	29

**Fuente:** (Baron, 2003)

Los equipos y sistemas frigoríficos ocupados en refrigeración, en su mayoría están orientados a los alimentos en su almacenaje, conservación, distribución y proceso. Los equipos y sistemas frigoríficos sufren adaptaciones físicas y de operación, según la aplicación y el tipo de producto, obteniendo mayor eficacia y eficiencia en ellos. (IICA, 2007)

### ***1.2.6.2. Efectos de la Atmósfera Controlada (AC) en Almacenamiento***

Las atmósferas controladas o modificadas ofrecen moderados beneficios al apio. Retrasos de la senescencia y pudriciones han sido observados con 2-4% O<sub>2</sub> y 3-5% CO<sub>2</sub>. Los daños por bajo O<sub>2</sub> (< 2%) o elevado CO<sub>2</sub> (> 10%) inducen aromas y sabores extraños y pardeamiento de las hojas interiores. La AC para el almacenamiento conjunto de apio y lechuga o su transporte de larga distancia tiene alguna aplicación comercial. Los elevados niveles de CO<sub>2</sub> retrasan el amarillamiento y pudrición de las hojas del apio, pero no pueden ser utilizados en cargas mixtas con lechuga. (FAO, 2004)

### ***1.2.7. HERMETICIDAD DE LAS CÁMARAS:***

En las cámaras con atmósferas muy bajas en O<sub>2</sub> es especialmente necesaria una adecuada estanqueidad o hermeticidad que limite la entrada de aire externo hacia el interior de la cámara, por debajo de los niveles de consumo de oxígeno respiratorio que la propia fruta u hortaliza es capaz de llevar a cabo. Para ello se utilizan diversos materiales que aseguran la consecución de una capa hermética en todo el perímetro de la cámara. (INFOAGRO, 2005)

Sin olvidar, tampoco, las características estructurales de las paredes, el pavimento, las puertas y todos los conductos y tuberías que penetran desde el exterior hacia el interior del recinto. Los principales materiales de estanqueidad utilizados son: telas plásticas, poliéster, poliuretano y revestimientos metálicos. (REGAR, 2012)

Cada sistema tiene sus ventajas y sus inconvenientes y, en general, hasta después de los primeros años de funcionamiento, no se detectan problemas. En este sentido, es obligado realizar periódicamente pruebas de hermeticidad para poder diagnosticar y corregir cualquier causa de mala hermeticidad. (INFOAGRO, 2005)

***1.2.7.1. Procedimientos de Operación de manejo en cámaras de atmósfera controlada:***

- Lavado y desinfectado de piso y de muro.
- Calibrar sensores de ambiente.
- Inspeccionar ductos de PVC (las conexiones entre cámara y equipos).

Antes del cierre de cámara:

- La cámara debe llenarse a su máxima capacidad.
- Verificar que la muestra esté dentro de la cámara, en un lugar de fácil acceso, no más de 5 metros de la escotilla superior o inferior.
- Energizar sistema de frío con velocidad rápida de ventiladores del evaporador.
- Verificar funcionamientos de las válvulas de los gases para la atmósfera controlada y las de seguridad.
- Señalar las condiciones de peligro por bajo porcentaje de oxígeno.
- Sellar puerta y escotillas de acceso.
- Una vez cerrada y sellada la cámara de atmósfera controlada, colocar los ventiladores del evaporador se pasan a baja velocidad.
- Programar los porcentajes de oxígeno y de dióxido de carbono para el trabajo automático del absorbedor de CO<sub>2</sub>, y del generador de nitrógeno, que dependerán del tipo de producto.
- Programar los temporizadores para el trabajo automático del catalizador de etileno, si así lo amerita el tipo de producto.
- Controlar, medir y registrar, cada cuatro horas la temperatura y la humedad relativa (HR%). (INFOAGRO, 2005)

## CAPITULO II

### 2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. Materiales y Recursos

##### 2.1.1. *Materiales*

- Mandil
- Gavetas
- Etiquetas
- Bandejas
- Cinta rollopac
- Fundas plásticas normales
- Fundas ziploc
- Mesa de clasificación
- Cinta métrica
- Toallas de papel
- Franela
- Cotonetes
- Marcadores
- Guantes quirúrgicos
- Gorro quirúrgico
- Vaso de precipitación

- Escoba
- Trapeador
- Estilete
- Cuchillo
- Aplastador de ajos

### ***2.1.2. Materiales de escritorio, gabinete y oficina***

- Computadora
- Internet
- Cuaderno de campo
- Bolígrafo

### ***2.1.3. Material Experimental***

- Tallos de apio

### ***2.1.4. Insumos***

- Hipoclorito de sodio
- Agua destilada sin acido

### ***2.1.5. Equipos***

- Cámara fotográfica
- Balanza gramera
- Licuadora
- pHchimetro
- Penetrómetro
- Brixometro
- Cuarto Frío

### ***2.1.6. Talento Humano***

Autor: Marco Leonardo Pillajo Leime

Director de Tesis: Ing. Karina Marín

Miembros de Tribunal: Ing. Ruth Pérez

Ing. Edwin Chancusig

Ing. Paolo Chasi

## **2.2. Características del área del experimento**

### ***2.2.1. Lugar***

La presente investigación se realizó en el Cantón Latacunga-Cotopaxi

### ***2.2.2. Ubicación Política***

País: Ecuador  
Provincia: Cotopaxi  
Cantón: Latacunga  
Parroquia: Eloy Alfaro  
Localidad: Salache Bajo  
Propiedad: U.T.C.  
**Fuente:** G.A.D Cotopaxi

### ***2.2.3. Condiciones Edafoclimáticas***

Precipitación: 600-700 mm anuales  
Clima: Templado-frío  
Temperatura media anual: 11 °C  
Altitud: 2750 msnm  
**Fuente:** Estación Meteorológica Rumipamba

## **2.3. Diseño Metodológico**

### ***2.3.1. Tipo de Investigación***

#### ***2.3.1.1. Investigación Bibliográfica o Documental***

Por naturaleza del estudio se requirió la recopilación documental, que se trata del acopio de los antecedentes relacionados con la investigación. Para tal fin se consultó documentos escritos, formales e informales.

Este tipo de investigación, apoya las fuentes de carácter documental, con la finalidad de emitir criterios basados en argumentos científicos y técnicos relacionados con el tema de la investigación para fundamentar las variables. Los mismos que son puntualizados en el marco teórico para profundizar y deducir los diferentes enfoques, teorías y criterios de varios autores.

#### ***2.3.1.2. Investigación de Campo***

Este tipo de investigación es un estudio sistemático en el lugar de los hechos y proviene de observaciones a los diferentes actores de la administración. Esta investigación se desarrolló en el laboratorio de poscosecha del C.E.S.A del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

#### ***2.3.1.3. Investigación Descriptiva***

Porque describirá y analizará los efectos que se originen en el experimento, según las variables que fueron previamente planteadas en la planificación del experimento, aquí el investigador además de identificar las características que se va estudiar las controla. (Donoso, 2006)

#### ***2.3.1.4. Investigación experimental***

La investigación experimental consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular. (Baron, 2003)

### ***2.3.2. Metodología y Técnica***

#### ***2.3.2.1. Método***

El método a emplear en la presente investigación será el científico experimental Hipotético-deductivo ya que en esta investigación existe un planteamiento y delimitación del problema a resolver, además existen hipótesis previamente formuladas las cuales serán comprobadas en campo mediante la investigación y al culminar la investigación se presentaran resultados.

#### ***2.3.2.2. Técnicas***

##### ***2.3.2.2.1. Observación***

Se observó los hechos que se presenten durante la investigación, lo cual nos permitió tomar información y registrarla para su posterior análisis.

##### ***2.3.2.2.2. Toma de datos***

Se recopiló los datos que surjan de las variables previamente planteadas en la presente investigación.

## 2.4. Diseño Experimental

En esta Investigación se aplicó un arreglo factorial (3x3) implementado en un Diseño de Parcelas Divididas al Azar. En este diseño todos los tratamientos que se están evaluando van a estar dentro de la misma repetición o bloque.

### 2.4.1. Factores en estudio

#### a. Factor A: Temperaturas

T1	4 °C
T2	8 °C
T3	Ambiente

#### a. Factor B: Atmósferas Modificadas

A1	Bandeja con rollopac
A2	Funda zipper
A3	Funda plástica normal

### 2.4.2 Disposición del experimento

CUADRO N°5 Disposición del experimento en el cuarto frío

Repetición I			Repetición II			Repetición III		
t3	t1	t2	t8	t2	t4	t7	t3	t1
t9	t5	t7	t6	t7	t9	t4	t8	t5
t6	t4	t8	t1	t3	t5	t2	t9	t6

Elaborado por: Leonardo Pillajo, 2013

### 2.4.3. Tratamientos en estudio

**CUADRO N° 6:** Tratamientos en estudio para la evaluación del comportamiento en pos cosecha del apio (*Apium graveolens*), con tres atmósferas modificadas y tres temperaturas de almacenamiento en la Provincia de Cotopaxi.

TRATAMIENTO	CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
t1	a1t1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac
t2	a1t2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper
t3	a1t3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal
t4	a2t1	Temperatura a 4 °C; Bandeja con rollopac
t5	a2t2	Temperatura a 4 °C; Funda plástica zipper
t6	a2t3	Temperatura a 4 °C; Funda plástica normal
t7	a3t1	Temperatura a 8 °C; Bandeja con rollopac
t8	a3t2	Temperatura a 8 °C; Funda plástica zipper
t9	a3t3	Temperatura a 8 °C; Funda plástica normal

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo, 2013

#### 2.4.3.1. Unidad en estudio

El tamaño de la muestra fue de cinco ramas de apio con en cada unidad experimental, siendo cinco unidades experimentales por cada tratamiento.

#### **2.4.3.2. Especificaciones del área experimental**

- Número de tratamientos: **9**
- Número de repeticiones: **3**
- Área total del ensayo: **10.45 m<sup>2</sup>** (4.75m x 2.2m)
- Área por bandeja: **0.05 m<sup>2</sup>** (0.25m x 0.20m)
- Área Bandeja Neta: **0.075 m<sup>2</sup>** (0.30m x 0.25m)
- Número total de bandejas: **9**
- Densidad por Bandeja: **27 ramas de apio**
- Densidad Total: **243 ramas de apio**

#### **2.4.4. Variables a evaluar**

La toma de muestras se realizó cada 5 días, obteniendo la información requerida, en cada recolección de datos.

##### **2.4.4.1. Peso del apio**

Se pesó cada planta de apio, en cada toma de muestra con el fin de analizar si hay o no pérdida de peso, para esto se usó una balanza gramera.

##### **2.4.4.2. Cambio de color**

Se observó si hay o no cambio de color en la planta de apio. La forma de valoración será visual. Observando los cambios de color en el apio.

<b>Color</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DETERMINACIÓN</b>
Verde Oscuro	1	Comercial
Verde Claro	2	Comercial
Verde-amarillento	3	No comercial

**CUADRO N°7: Colorimetría del apio**

#### 2.4.4.3 pH

Se tomó el pH, con la ayuda del potenciómetro para medir la acidez, de la siguiente manera: Se colocó el electrodo dentro de la muestra (10 gr del producto y 40 gr de agua destilada que se licuan para obtener una mezcla homogénea). Y luego se procedió a leer el valor del PH obtenido. (Reina Carlos, 1996)

#### 2.4.4.4. Incidencia de Enfermedades

La observación de enfermedades, al igual que en los otros parámetros se realizó cada 5 días, se lo hizo de forma visual, en cada tratamiento, y en cada repetición, de esta forma se procedió a anotar si hay o no la presencia de enfermedades, en base al siguiente cuadro.

**CUADRO N°8:** Incidencia de Enfermedades

Tratamiento	Código	Presencia de enfermedad		Nombre de la Enfermedad:	0 Días
		Si	No		

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

#### 2.4.4.5. Firmeza del tallo

Para esto se utilizó el penetrómetro, cuyo resultado se obtendrá en libras-fuerza/cm<sup>2</sup>. El penetrómetro se usa para controlar el grado de madurez, el punto de cosecha y mejorar el almacenamiento en frutas y hortalizas. Para efectuar el ensayo, pelar y sacar la cascara muy fina con un estilete y en una zona muy reducida en el tallo del apio, pinchar y leer los datos. (Mata, 2006)

#### **2.4.4.6. Grados Brix**

Para medir el Azúcar en el apio usamos el Refractómetro o Brixometro, que es un instrumento óptico de gran precisión que le permite medir rápidamente y con gran exactitud la concentración de sustancias (azúcar) en soluciones acuosas, basa su funcionamiento en el estudio de la refracción de la luz. Es utilizado a nivel de laboratorio para la medición de grados Brix presentes en frutas, jugos o cualquier tipo de alimento que se encuentre en estudio.

El resultado lo tuvimos en grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 gramos de azúcar (sacarosa) por 100 gramos de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 gramos de sacarosa y 75 gramos de agua en los 100 gramos de la solución. En los siguientes pasos:

1. Preparamos el tallo del apio, lo cortamos en pequeños y lo colocamos en el aplasta ajos.
2. Luego extraemos un par de gotas, para ver su nivel de concentración, de Azúcar. Y obtener los grados Brix.
3. Se Deposita 3 a 4 gotas de la muestra sobre la parte, cristalina del refractómetro o Brixometro.
4. Luego al encender el Brixometro, el refractómetro se enciende con una luz naranja sobre las gotas y nos dará una lectura en la escala del refractómetro, en grados Brix. (Pérez, 2011)

#### **2.4.5. Análisis funcional**

En este estudio se aplicó pruebas de significación según el caso Tukey al 5% ó DMS al 5% (diferencia mínima significativa).

### 2.4.5.1. Esquema del análisis de varianza

**CUADRO N°9:** Esquema del ADEVA para la evaluación del comportamiento en poscosecha del apio (*Apium graveolens*), con tres atmósferas modificadas y tres temperaturas de almacenamiento en la Provincia de Cotopaxi

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	23
Repeticiones	2
Atmósferas (A)	2
Error (A)	3
Temperaturas (B)	2
Atmósferas x Temperaturas (AxB)	4
Error (B)	12
Promedio	
CV %(a)	
CV%(b)	

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

$$C.V\% = \frac{\sqrt{CMe}}{N} (100)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{N}$$

## 2.5. Manejo específico de la investigación

### 2.5.1. Procedencia de la Materia Prima

La planta de apio, de variedad pascal, se cultivó en la zona de Machachi, del Cantón Mejía. De ahí se trasladó al sitio del ensayo en el laboratorio de la Unidad Académica de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales (CAREN) ubicado en la zona de Salache bajo.

### ***2.5.2. Recepción de tallos***

Los tallos de apio, se recolectaron en el campo, fueron plantas seleccionadas de un mismo lote, de un tamaño uniforme, se las cortó y se las ubicó en gavetas plásticas en gavetas plásticas, en un máximo de 40 tallos por gaveta.

### ***2.5.3. Selección de la Materia Prima***

Una vez que se recibió los tallos de apio, estas fueron seleccionadas en base a las siguientes características:

**Color:** verde

**Tamaño:** entre 40cm a 45 cm

**Peso:** entre 40g a 70 g.

#### ***2.5.3.1. Limpieza***

Se eliminaron restos de tierra, exceso de hojas, brotes laterales y pecíolos. Aquí se eliminan los defectuosos y aquellos que no cumplen los requisitos de calidad: un apio de gran calidad tiene tallos bien formados, pecíolos gruesos, compactos (no significativamente abultados o arqueados), poco curvados, una apariencia fresca y color verde claro.

#### ***2.5.3.2 Corte de los tallos***

Para tener una máxima homogeneidad esto se procedió hacer un corte de igualamiento, ya que no todas las ramas cumplían con el tamaño requerido, ya que algunas estaban más largas que otras. En el laboratorio se cortaron los tallos a 35 cm. El corte debe realizarse siempre por encima del nudo. Para esta labor se usó una tijera de podar Felco N°5, que es de fácil manejo y su peso es ideal para un buen manejo del corte.

#### ***2.5.4. Lavado***

Con la finalidad de quitar los residuos de cloro de la superficie de las plantas de apio, se lavó con agua potable. Se lavaron las ramas de apio en agua potable, hasta que se eliminó todo residuo de tierra. Se procedió a escurrir las ramas de apio y se las dejó secar al ambiente hasta que ya no estén mojadas, evitando el contacto del sol con la materia prima ya que este ocasionaría que el producto sufra un quemado inmediato dañando la materia prima.

#### ***2.5.5 Desinfectado***

En un tanque, se procedió a poner de 200 litros de agua potable, a esto se añadió 20ml en hipoclorito de sodio, este desinfectante se usó para todas las ramas de apio usadas en el ensayo. Se sumergió totalmente las ramas durante 10 segundos, tiempo en el cual el hipoclorito hizo su efecto desinfectante retirando la máxima carga microbiana que pudo haber existido en el apio, luego se saca el apio y se deja secar al ambiente hasta que ya no estén mojadas.

#### ***2.5.6 Pesado***

Después de haber sido desinfectado el producto, se procedió a pesar la materia prima, para esto se utilizó una balanza gramera, en la cual usó un peso un aproximado de 450 gramos por empaque.

#### ***2.5.7 Empacado***

Se utilizó tres tipos de atmósferas controladas, que son: bandeja con rollopac, funda plástica zipper, y una funda plástica normal, en las cuales los tallos de apio son recubiertos completamente, ya que por los extremos superiores de los tallos se puede filtrar aire si estos no son sellados completamente.

### ***2.5.7.1 Empacado en bandeja con rollopac***

Se utilizaron bandejas de espumaflex, de forma rectangular, aproximadamente de 15cm de ancho por 35cm de largo, se ubica las 5 ramas de apio, todas de 30cm de largo en cada bandeja y se empaca con rollopac, se realizarán 8 bandejas con 5 ramas de apio cada una, formando el primer tratamiento y se etiqueta con el código, el cual especifica el número de tratamiento, y el número de unidad experimental.

### ***2.5.7.2 Empacado en fundas plásticas de zipper***

Se utilizaron fundas herméticas con cierre, denominadas zipper, de 27cm de ancho por 28cm de largo, en estas fundas se empacarán 5 ramas de apio todas de 30 cm de largo. Aquí se van a empacar 8 fundas de 5 ramas cada una, la cual va etiquetada con el número de tratamiento y el número de unidad experimental. Tomando en cuenta que hay que sacar todo el aire de la funda, antes de proceder a cerrar la funda, para evitar problemas en el desarrollo de la investigación por cerrar con oxígeno.

### ***2.5.7.3 Empacado en fundas de plástico normal***

En fundas plásticas normales de aproximadamente 15 cm de ancho y 45cm de largo, se empacó 5 ramas de apio, todas de 30cm de largo, y se procedió fácilmente a cerrar con un sencillo nudo, se etiquetó con el número de tratamiento, y el número de unidad experimental.

### ***2.5.8 Regulación de Humedad y Temperatura***

La temperatura se revisó cada dos días, al igual que la humedad, con ayuda del termohigrografo, y se tomó datos de temperatura y humedad del ambiente y cuarto frío todos los días.

### ***2.5.9 Almacenamiento***

El producto final se almacenó en 3 temperaturas, siendo dos de refrigeración: 4°C, 8°C y una a temperatura ambiente, en la sala de pos cosecha, para luego realizar los diferentes análisis.

### ***2.5.10. Toma de datos.***

Se registró los datos cada cinco días, para los siguientes parámetros evaluados: peso, firmeza, grados brix, color, y plagas y enfermedades. Anotamos los datos obtenidos en un libro de campo, en el que se registró la fecha de toma de datos y los datos. En el caso particular para plagas y enfermedades, los parámetros utilizados para identificar una enfermedad fueron: el visual, que lo realizó el tesista investigador y el otro parámetro utilizado fue el didáctico por parte de un docente del tribunal.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. Peso

**CUADRO 10.** Análisis de varianza para la variable peso con tres temperaturas

Fuente de variación	Grados de libertad	valores de f							
		inicio		5 días		10 días		15 días	
Total	26								
Repeticiones	2	0,01	ns	0,84	ns	9,77	ns	4,04	ns
Temperaturas (a)	2	0,85	ns	0,70	ns	3,87	ns	7,20	ns
Error (a)	4								
Atms. mod (b)	2	3,76	ns	19,97	**	42,62	**	138,21	**
a x b	4	8,06	ns	4,75	ns	5,86	**	9,14	**
Error (b)	12								
Coefficiente de variación (a)		1,87		1,16		1,74		2,50	
Coefficiente de variación (b)		0,91		1,68		1,59		1,26	
Promedio		117,26		113,36		110,16		106,98	

**CUADRO 10.1** Análisis de varianza para la variable peso con dos temperaturas

Fuente de variación	Grados de libertad	valores de f					
		20 días		25 días		30 días	
Total	17						
Repeticiones	2	4,89	ns	3,84	ns	5,07	ns
Temperaturas (a)	1	25,06	**	47,89	**	59,16	**
Error (a)	2						
Atms. mod (b)	2	111,02	**	30,48	**	28,72	**
a x b	2	6,60	**	2,13	ns	1,85	ns
Error (b)	8						
Coefficiente de variación (a)		1,85		1,72		1,57	
Coefficiente de variación (b)		1,36		3,00		3,09	
Promedio		104,91		100,27		100,23	

**Fuente:** Leonardo Pillajo, 2013

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable peso, se tiene significación estadística para temperaturas a los 20, 25 y 30 días, en atmósferas modificadas a los 5,10,15,20,25 y 30 días, así como en la fuente de variación tratamientos el cual es significativo a los 10, 15 y 20 días. No existe significación en las fuentes temperaturas, atmósferas y tratamientos al inicio del ensayo lo que determina que se parte con apios de similar peso. (Parink, 1990)

De los resultados obtenidos se puede decir que la significación en temperaturas desde los 20 días probablemente se debe a que mientras más baja es la temperatura se conservó mejor el producto y por lo tanto perdió menos peso lo cual se evidencia con los tratamientos almacenados a 4°C, los almacenados a 8°C perdieron mayor peso y el testigo que no recibió refrigeración tuvo fresco solamente hasta los 15 días, lo cual demuestra según el análisis de varianza que las temperaturas de refrigeración si influenciaron en el peso del apio.

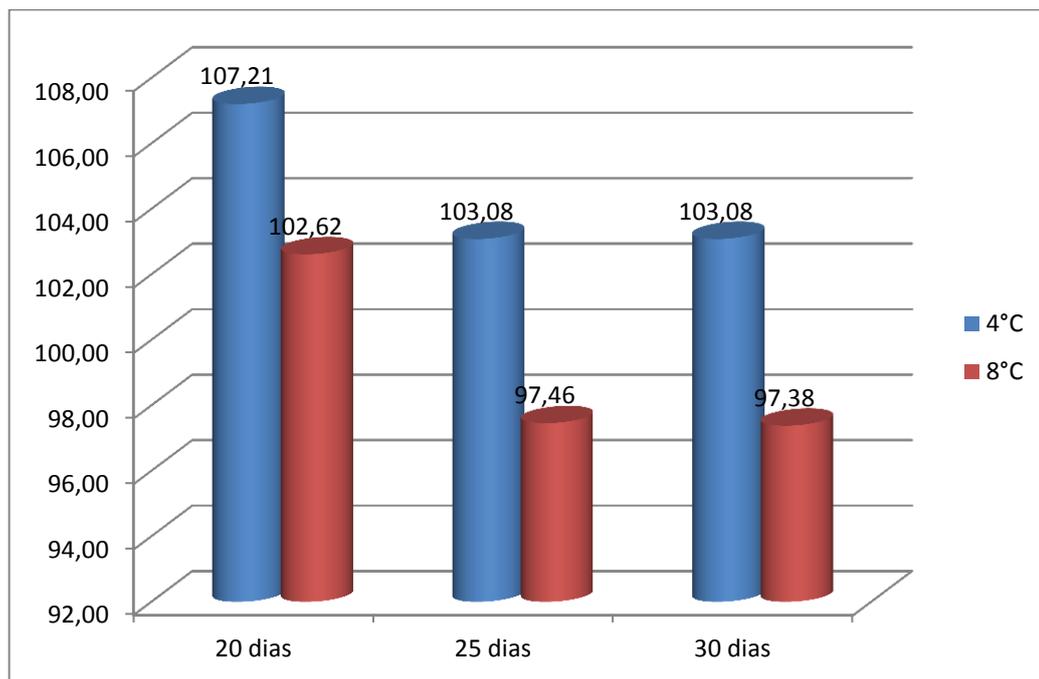
Las técnicas de almacenamiento que se utilizan después de la cosecha y una vez que han sido empacadas para su comercialización en fresco, tienen el propósito de conservar la calidad de las mismas, teniendo en cuenta las condiciones ambientales adecuadas que permitan reducir la velocidad de los procesos vitales de estos productos, y disponer de ellos por períodos más prolongados que los normales, además ofrecer productos frescos a mercados distantes y reducir pérdidas durante su comercialización . (Parink, 1990)

Dentro de las técnicas más utilizadas para la conservación de frutas y hortalizas encontramos la refrigeración, el uso de atmósferas controladas, uso de absorbentes de etileno, aplicación de películas cubrientes y aplicación exógena de Fito reguladores. (Parink, 1990)

**CUADRO N° 11.** DMS para temperaturas en la variable peso

TEMPERATURAS (a)			PROMEDIO		
Nro.	DESCRIPCIÓN	CODIGO	20 días	25 días	30 días
2	4 °C	t3	107,21 a	103,08 a	103,08 a
3	8 °C	t2	102,62 b	97,46 b	97,38 b

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo



**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

**GRÁFICO N° 1.** Promedios para temperaturas en la variable peso

Realizado la prueba de la Diferencia Mínima Significativa para temperaturas en la variable peso se establece dos rangos de significación, en el primero se encuentra los tratamientos almacenados a 4°C que tuvo mayor peso con 107,21; 103,08 y 103,08 a los 20, 25 y 30 días respectivamente. En el segundo rango de la prueba de Tukey estuvieron los tratamientos almacenados a 8°C con 102,62 gr a los 20 días; 97,46 gr a los 25 días y 97,38 gr a los 30 días.

Los resultados reflejan que los tratamientos almacenados a menor temperatura pierden menos peso y los almacenados a mayor temperatura pierden mayor peso, estos valores coinciden que la refrigeración es el proceso por el que se reduce la temperatura de un espacio determinado, manteniéndola entre 0° y 5° C con el fin de conservar los alimentos, evitando el crecimiento de bacterias e impidiendo procesos químicos o biológicos no deseados que podrían tener lugar a temperatura ambiente. (Arabena, 2000)

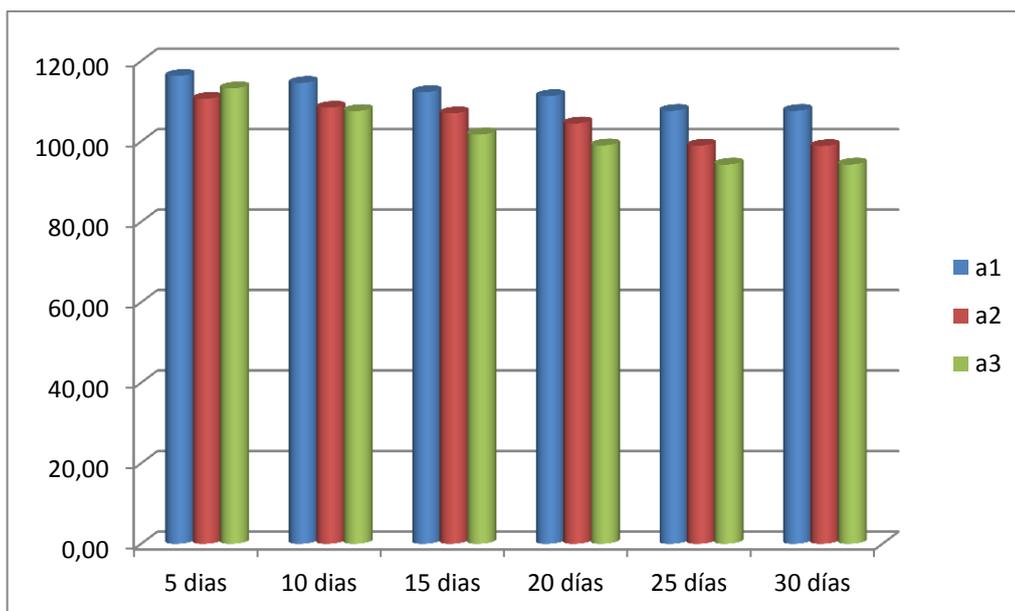
El frío es el método más efectivo, de mayor facilidad en su aplicación y el que mantiene en mejores condiciones los alimentos, tanto en su aspecto como en su valor nutritivo. (Nájera, y otros, 1998)

**CUADRO N° 12.** Prueba de Tukey al 5% para atmósferas en la variable peso

ATMOSFERAS (b)			PROMEDIO				
N°	Descripción	Código	5 días		10 días		15 días
1	Bandeja con rollopac	a1	116,28	a	114,54	a	112,25 a
2	Funda plástica zipper	a2	110,60	ab	108,38	b	106,98 b
3	Funda plástica normal	a3	113,21	b	107,56	b	101,71 c

ATMOSFERAS (b)			PROMEDIO				
N°	Descripción	Código	20 días		25 días		30 días
1	Bandeja con rollopac	a1	111,26	a	107,60	a	107,60 a
2	Funda plástica zipper	a2	104,47	b	98,95	b	98,84b
3	Funda plástica normal	a3	99,01	c	94,26	b	94,26b

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo



**Elaborado por:** Leonardo Pillajo, 2013

**GRÁFICO N° 2.** Promedios para atmósferas en la variable peso

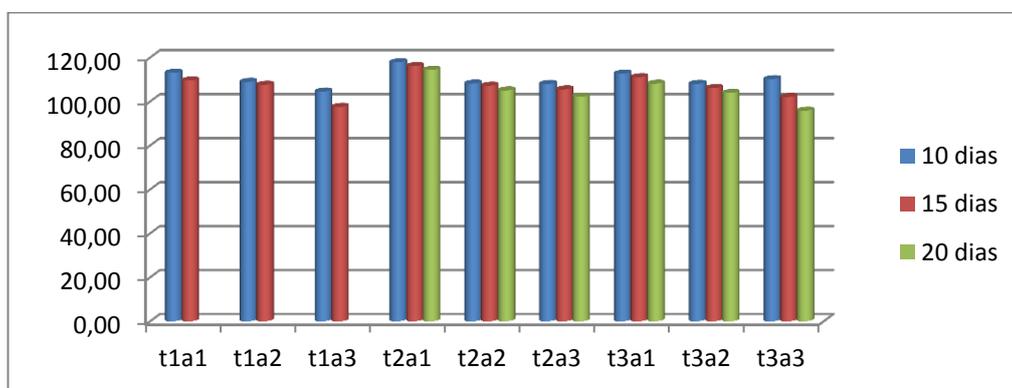
Realizado la prueba de Tukey al 5% para atmósferas en la variable peso, se establece dos y tres rangos de significación, en el primer rango con 116,28 gr a los 5 días; 114,54 gr a los 10 días, 112,25 gr a los 15 días, 111,26 gr a los 20 días, 107,60 a los 25 y 30 días se encuentran los tratamientos que fueron empacados en la bandeja con rolopac, en el segundo rango están los tratamientos almacenados en funda plástica ziploc y en el último rango los apios almacenados en funda plástica normal.

De los resultados obtenidos mediante la prueba de significación se puede decir que a medida que pasó el tiempo de almacenamiento el peso fue disminuyendo por lo que el empaque utilizado si influyó en el peso final. Las bolsas con roll pack permiten preservar del medio externo no sólo el producto sino también su frescura, gusto, fragancia. Las fundas ziploc cuentan casi siempre con el mecanismo de cierre zipper, cierre Zip y otros mecanismos resellables para permitir almacenar y capturar la frescura de un producto fácilmente, durante largos períodos de tiempo.

**CUADRO N°13.** Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable peso

PESOS X ATMÓSFERAS (a x b)			PROMEDIOS		
Nro.	Descripción	Código	10 días	15 días	20 días
4	Temperatura a 4 °C; Bandeja con rollopac	t2a1	117,87 a	116,12 a	114,40 a
7	Temperatura a 8 °C; Bandeja con rollopac	t3a1	112,70 ab	111,07 b	108,11 b
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	113,07 ab	109,58 bc	
9	Temperatura a 8 °C; Funda plástica normal	t3a3	110,18 b	102,06 d	95,83 d
5	Temperatura a 4 °C; Funda plástica zipper	t2a2	108,17 bc	107,20 bc	105,04 bc
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	108,95 bc	107,63 bc	
6	Temperatura a 4 °C; Funda plástica normal	t2a3	108,01 bc	105,50 cd	102,18 c
8	Temperatura a 8 °C; Funda plástica zipper	t3a2	108,03 bc	106,11 cd	103,90 bc
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	104,50 c	97,57 e	

**Fuente:** Leonardo Pillajo



**Fuente:** Leonardo Pillajo

**GRÁFICO N° 3.** Promedios para tratamientos en la variable peso

En la prueba de Tukey al 5% realizada para tratamientos en la variable peso, se tiene 5 rangos de significación, el primer rango corresponde al tratamientos t4 (Temperatura a 4 °C; Bandeja con rolopac) el cual perdió menos peso que el resto de tratamientos, obteniendo pesos de 117,87 gr; 116,12 gr y 114,40 gr a los 10,15 y 20 días.

De la prueba de Tukey empleada se puede deducir que las temperaturas y los empaques tuvieron un comportamiento diferente, las temperaturas bajas como son de 4 y 8 °C tuvieron mayor peso que el testigo que no recibió refrigeración, de igual forma los empaques el que menos peso perdió fue el rolopac, luego el ziploc y por último la funda normal.

En la investigación se comprobó cómo los apios sufrieron cierto deterioro con el paso del tiempo. *“Los alimentos vegetales, una vez separados de la tierra, sufren una serie de procesos que modifican su estructura y cambian su olor, color, sabor y textura”*. *“Todos los alimentos a lo largo del procesamiento, conservación y elaboración pueden sufrir múltiples reacciones que originan su deterioro”*. (Guerra, 2000)

El almacenamiento en frío es la técnica más ampliamente utilizada para la conservación de frutas y hortalizas. Esta se basa generalmente en la aplicación de ciertas temperaturas constantes a los frutos a conservar, siempre por encima del punto crítico para poder mantener sus cualidades organolépticas, nutritivas, etc; durante un período de tiempo que dependerá de la especie y variedad de que se trate. (Arabena, 2000)

La conservación refrigerada bajo condiciones óptimas permite reducir las pérdidas cualitativas y cuantitativas debidas a desórdenes fisiológicos y podredumbres, retrasar la maduración y senescencia y prolongar la vida comercial de los productos hortofrutícolas en general, con calidad idónea para consumo en fresco o industrial. (Artés, 2000)

### 3.2. pH

**CUADRO N° 14.** Análisis de varianza para la variable pH con tres temperaturas

Fuente de variación	Grados de libertad	valores de f							
		inicio		5 días		10 días		15 días	
Total	26								
Repeticiones	2	1,18	ns	0,56	ns	1,25	ns	1,34	ns
Temperaturas (a)	2	3,08	ns	281,51	**	374,28	**	63,24	**
Error (a)	4								
Atms. mod (b)	2	2,08	ns	8,35	**	11,30	**	7,53	**
a x b	4	4,61	ns	0,62	ns	1,91	ns	1,13	ns
Error (b)	12								
Coefficiente de variación (a)		0,40		0,64		0,66		2,61	
Coefficiente de variación (b)		0,64		0,97		0,85		1,34	
Promedio		6,18		6,47		6,62		6,87	

**CUADRO N° 14.1** Análisis de varianza para la variable pH con dos temperaturas

Fuente de variación	Grados de libertad	valores de f					
		20 días		25 días		30 días	
Total	17						
Repeticiones	2	1,66	ns	46,08	ns	0,52	ns
Temperaturas (a)	1	20,98	**	567,19	**	48,56	**
Error (a)	2						
Atms. mod (b)	2	6,99	**	9,15	**	12,45	**
a x b	2	0,13	ns	0,14	ns	2,02	ns
Error (b)	8						
Coefficiente de variación (a)		1,23		0,23		2,16	
Coefficiente de variación (b)		1,14		0,81		1,61	
Promedio		6,78		6,98		7,35	

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable pH se tiene significación estadística para temperaturas desde los 5 días hasta los 30 días; así como también existe significación para la fuente de variación atmósferas.

El ADEVA señala que la aplicación de diferentes temperaturas y diferentes empaques si tuvieron efecto sobre el pH en el apio, en todos los tratamientos se establece que a medida que transcurren los días el pH va aumentando lo que disminuye la acidez. Los datos establecidos desde el punto de vista práctico, los azúcares y la acidez son componentes muy prácticos en pos cosecha y la relación que guardan constituye un índice, incluso legal, del estado de madurez para la cosecha. Cabe mencionar que este tipo de indicadores son índices sencillos, precisos y confiables que permiten determinar el estado de madurez adecuado para la cosecha, pueden emplearse como referencia del estado de madurez pos cosecha y también como información objetiva relacionada con la calidad.

**CUADRO N° 15.** Prueba de Tukey y DMS al 5% para (tres) temperaturas en la variable pH

TEMPERATURAS (a)			PROMEDIO					
N°	Descripción	Código	5 días		10 días		15 días	
2	4°C	t3	6,29	a	6,41	a	6,52	a
3	8°C	t2	6,39	b	6,52	ab	6,68	b
1	T ambiente	t1	6,73	b	6,94	b	7,41	b

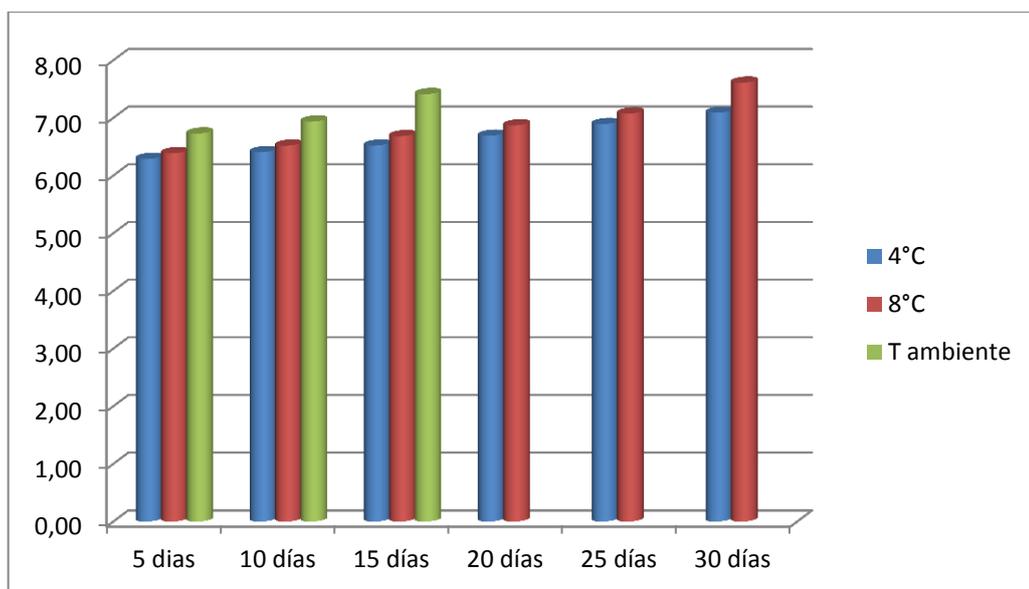
**CUADRO N° 15.1** Prueba de Tukey y DMS al 5% para (dos) temperaturas en la variable pH

TEMPERATURAS (a)			PROMEDIO					
N°	Descripción	Código	20 días		25 días		30 días	
2	4°C	t3	6,69	a	6,89	a	7,09	a
3	8°C	t2	6,87	b	7,08	b	7,61	b
1	T ambiente	t1						

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

Realizado la prueba de Tukey al 5% para la fuente de variación temperatura a los 5, 10 y 15 días y la prueba de la Diferencia Mínima Significativa a los 20,25 y 30 días se tiene dos rangos de significación. En el primer rango se encuentra los tratamientos almacenados a temperatura de 4°C que tuvieron menores valores de pH, teniendo valores ligeramente ácidos, luego se encuentra los tratamientos almacenados a temperaturas de 8°C y por último el testigo que no recibió refrigeración tuvo mayores valores de pH. Cabe señalar que los valores de pH desde el inicio hasta los 30 días tuvieron variación, el testigo alcanzó la neutralidad a los 15 días mientras que los tratamientos almacenados a 4 °C y 8 °C alcanzaron similares valores a los 30 días.

De los resultados analizados se puede decir que el pH, como la temperatura y la humedad, son importantes para la conservación de los alimentos; de ahí que generalmente, al disminuir el valor de pH de un producto, aumente el período de conservación. Por ejemplo, el tratamiento de alimentos en una atmósfera modificada con pH inferior a 4,6 puede inhibir la multiplicación de agentes patógenos como el "Clostridium botulinum".



**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

**GRÁFICO N° 4.** Promedios para temperaturas en la variable pH

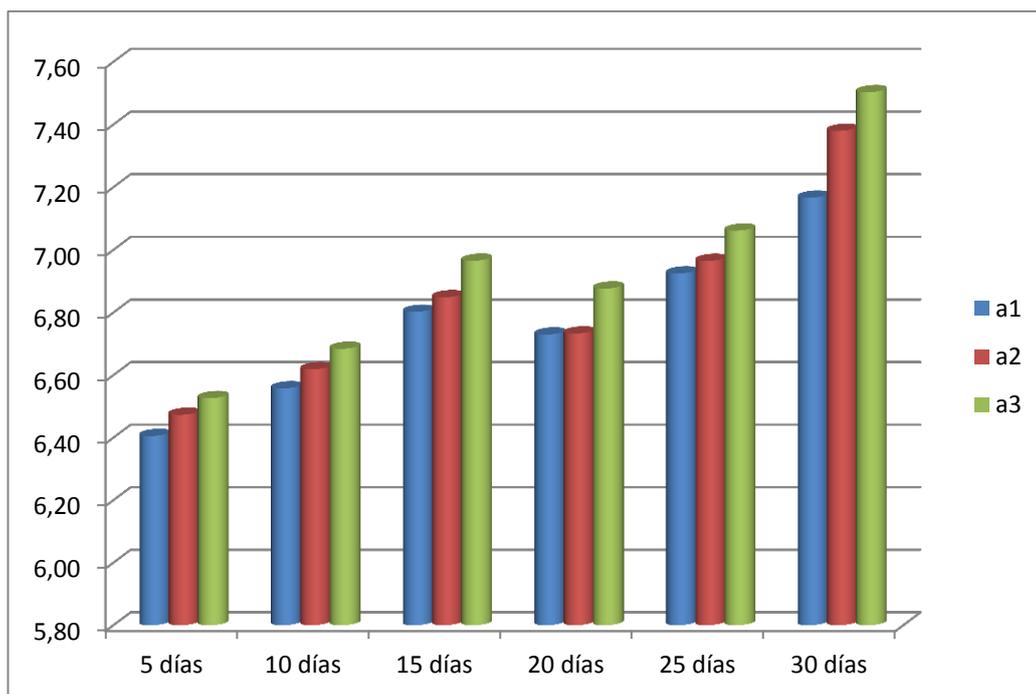
En relación a los resultados del comportamiento del pH, es posible deducir que, la calidad de almacenamiento de los frutos es la condición que permite un almacenaje prolongado, sin alteraciones, garantizando una calidad de consumo aceptable. La calidad industrial es la que asegura un buen producto terminado según normas vigentes de mercado, que genera una aceptación del producto y por ende su buena acogida y consumo. (Baron, 2003)

**CUADRO N° 16.** Prueba de Tukey al 5% para atmósferas en la variable pH

ATMOSFERAS (b)			PROMEDIO			
N°	Descripción	Código	5 días	10 días	15 días	
1	Bandeja con rollopac	a1	6,41 a	6,56 a	6,80	a
2	Funda plástica zipper	a2	6,47 ab	6,62 ab	6,85	ab
3	Funda plástica norma	a3	6,53 b	6,68 b	6,97	b

ATMOSFERAS (b)			PROMEDIO			
N°	Descripción	Código	20 días	25 días	30 días	
1	Bandeja con rollopac	a1	6,73 a	6,93 a	7,17	a
2	Funda plástica zipper	a2	6,73 a	6,97 a	7,38	ab
3	Funda plástica norma	a3	6,88 b	7,06 b	7,50	b

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo



**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

**GRÁFICO N°5.** Promedios para atmósferas en la variable pH

La prueba de Tukey al 5% realizado para la fuente de variación atmósferas establece dos rangos de significación, el primer rango corresponde a los tratamientos que estuvieron en la bandeja con rolopac que se demoró más tiempo en subir el pH, mientras que la funda plástica normal alcanzó mayor pH en el mismo tiempo.

De los resultados se puede decir que las tecnologías pos cosecha más utilizadas en la conservación de hortalizas son la refrigeración, las atmósferas modificadas y el 1-metilciclopropeno (1-MCP). La aplicación de estas tecnologías busca preservar las características físico-químicas del producto en el momento de su recolección, retrasando la maduración y, por tanto, prolongando su vida útil. (Etherton, y otros, 2002)

### 3.3. Grados brix

**CUADRO N° 17.** Análisis de varianza para la variable Grados Brix

Fuente de variación	Grados de libertad	valores de f			
		inicio	5 días	10 días	15 días
Total	26				
Repeticiones	2	0,70 ns	2,30 ns	0,17 ns	0,15 ns
Temperaturas					
(a)	2	3,10 ns	20,32 **	141,03 **	463,00 **
Error (a)	4				
Atms. mod (b)	2	0,17 ns	0,50 ns	2,17 ns	2,20 ns
a x b	4	1,42 ns	4,02 ns	4,02 ns	23,37 ns
Error (b)	12				
Coefficiente de variación (a)		1,25	0,91	0,82	0,78
Coefficiente de variación (b)		0,97	0,95	0,73	1,10
Promedio		2,43	2,46	2,51	2,59

**Cuadro N1° 17.1** Análisis de varianza para la variable Grados Brix

Fuente de variación	Grados de libertad	valores de f		
		20 días	25 días	30 días
Total	17			
Repeticiones	2	0,52 ns	3,21 ns	0,68 ns
Temperaturas				
(a)	1	208,67 **	2760,05 **	692,33 **
Error (a)	2			
Atms. mod (b)	2	77,24 **	59,58 **	29,43 **
a x b	2	0,53 ns	0,84 ns	0,20 ns
Error (b)	8			
Coefficiente de variación (a)		1,15	0,39	0,98
Coefficiente de variación (b)		0,70	0,78	1,03
Promedio		2,57	2,63	2,69

Realizado el análisis de varianza para la variable Grados Brix se tiene significación estadística para temperaturas y atmósferas modificadas. Los promedios fluctuaron desde 2,43 al inicio hasta 2,69 a los 30 días. Los valores de Grados Brix a medida que pasa el tiempo estos siguieron incrementándose. Los resultados obtenidos probablemente se debieron a que la maduración de las hortalizas está ligada a complejos procesos de transformación de sus componentes. Las hortalizas, al ser recolectadas, quedan separadas de su fuente natural de nutrientes, pero sus tejidos todavía respiran y siguen activos. Los azúcares y otros componentes sufren importantes modificaciones, formándose anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) y agua. Todos estos procesos tienen gran importancia porque influyen en los cambios que se producen durante el almacenamiento, transporte y comercialización de las frutas, afectando también en cierta medida a su valor nutritivo. Fenómenos especialmente destacados que se producen durante la maduración son la respiración, el endulzamiento, el ablandamiento y los cambios en el aroma, la coloración y el valor nutritivo. (Andrade, 2002)

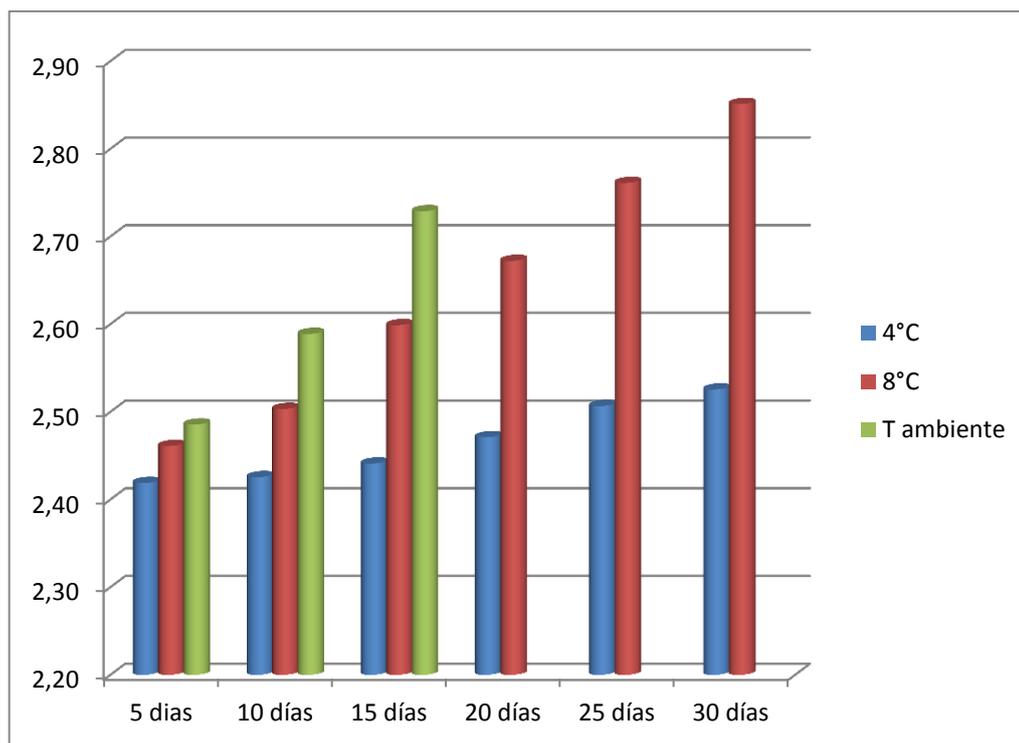
**CUADRO N° 18.** Prueba de Tukey al 5% para (tres) temperatura en la variable Grados Brix

TEMPERATURAS (a)			PROMEDIO					
N°.	Descripción	Código	5 días		10 días		15 días	
2	4°C	t3	2,42	a	2,43	a	2,44	a
3	8°C	t2	2,46	ab	2,50	b	2,60	b
1	T ambiente	t1	2,49	b	2,59	c	2,73	c

**Cuadro 18.1** Prueba de Tukey al 5% para (dos) temperatura en la variable grados brix

TEMPERATURAS (a)			PROMEDIO					
N°.	Descripción	Código	20 días		25 días		30 días	
2	4°C	t3	2,47	a	2,51	a	2,53	a
3	8°C	t2	2,67	b	2,76	b	2,85	b
1	T ambiente	t1						

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo



**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

**GRÁFICO N°6.** Promedios para temperatura en la variable Grados Brix

Realizado la prueba de Tukey al 5% para temperaturas se establece tres rangos de significación, Los tratamientos refrigerados a 4°C alcanzaron menos Grados Brix, en cambio el testigo que no recibió refrigeración y que estuvo a temperatura ambiente maduró más rápido lo que se reflejó en el incremento de grados Brix.

Los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey coinciden en que el efecto de la temperatura es uno de los factores más importantes para prolongar la vida útil de productos hortícolas. (Beltrán , 2001)

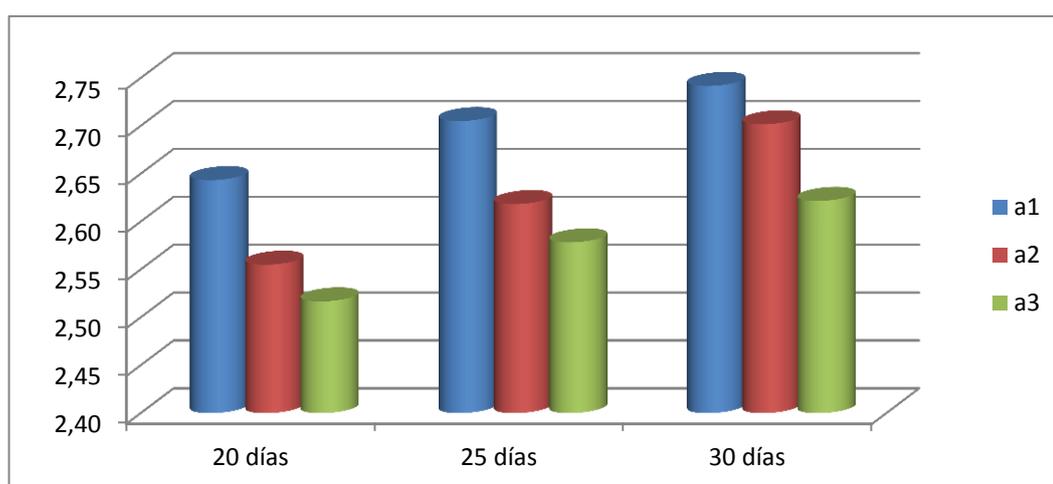
Temperaturas inferiores a las recomendadas y demoras en extraer el calor de campo del producto aceleran el proceso de deterioro de la fruta, limitando las posibilidades de mercadeo, ya que es posible que los síntomas no se hagan visibles durante el periodo de almacenamiento sino al someterlos productos a la temperatura ambiente. Estos efectos incluyen ablandamiento, deshidratación, pudriciones, enfermedades fisiológicas, congelamiento. (Pérez, 2011)

Se define que el color es el cambio más notorio en muchas frutas durante su maduración y con frecuencia es el criterio más utilizado para decidir sobre la madurez de esta, la transformación más importante es la degradación del color verde. La pérdida del color verde es consecuencia de la degradación de la clorofila, esto se debe a uno o a varios procesos secuenciales, entre los más relevantes son: cambio de pH, procesos oxidativos y la acción de las clorofilas. (Baron, 2003)

**CUADRO N° 19.** Prueba de Tukey al 5% para atmósferas en la variable Grados Brix

ATMOSFERAS (b)			PROMEDIO		
Nro.	DESCRIPCIÓN	CODIGO	20 días	25 días	30 días
1	Bandeja con rollopac	a1	2,64 a	2,71 a	2,74 a
2	Funda plástica zipper	a2	2,56 b	2,62 b	2,70 a
3	Funda plástica norma	a3	2,52 c	2,58 c	2,62 b

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo



**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

**GRÁFICO N°7.** Promedios para atmósferas en la variable Grados Brix

Realizado la prueba de Tukey al 5% para atmósferas modificadas se establece tres rangos significativos. El apio empacado en la bandeja con rolopac alcanzó mayor Grado Brix. Los tratamientos empacados en fundas normales tuvieron menor cantidad de sólidos solubles. En los tres empaques utilizados hasta los 15 días no establecieron diferencias, solo hubo cambios a los 20,25 y 30 días, aunque los valores no tienen mucha viabilidad.

Los resultados se deben probablemente a que si se envasan en atmósfera modificada alimentos con una actividad metabólica importante, como frutas y hortalizas frescas, es imprescindible emplear materiales de permeabilidad selectiva. En caso contrario, su vida útil se reduce considerablemente. La estructura de las láminas poliméricas permite el intercambio de gases entre el espacio de cabeza del envase y la atmósfera exterior.

Gracias a ello, se alcanza un estado de equilibrio entre los gases consumidos y producidos por el alimento y los que se intercambian a través de la película de envasado. De esta manera, se logra mantener una composición gaseosa dentro del paquete muy similar a la de partida. En el resto de productos los cambios en la atmósfera creada se deben a reacciones enzimáticas de poca intensidad y al paso de los gases a través del material de envasado. Para ellos se seleccionan láminas de alta barrera en las que la difusión de los gases es mínima. (Arabena, 2000)

### 3.4. Firmeza

**CUADRO N°20.** Análisis de varianza para la variable firmeza (con tres temperaturas)

Fuente de variación	Grados de libertad	valores de f			
		inicio	5 días	10 días	15 días
Total	26				
Repeticiones	2	0,29 ns	0,16 ns	0,78 ns	0,81 ns
Temperaturas (a)	2	3,71 ns	69,55 **	82,31 **	62,47 **
Error (a)	4				
Atms. mod (b)	2	0,42 ns	5,04 ns	5,28 ns	2,61 ns
a x b	4	0,56 ns	0,21 ns	0,29 ns	0,26 ns
Error (b)	12				
Coefficiente de variación (a)		3,21	4,77	4,90	8,02
Coefficiente de variación (b)		4,59	6,13	6,17	4,43
Promedio		1,94	1,54	1,46	1,33

**CUADRO N°20.1** Análisis de varianza para la variable firmeza (con dos temperaturas)

Fuente de variación	Grados de libertad	valores de f		
		20 días	25 días	30 días
Total	17			
Repeticiones	2	1,12 ns	19,00 ns	1,07 ns
Temperaturas (a)	1	35,88 **	625,00 **	140,02 **
Error (a)	2			
Atms. mod (b)	2	3,55 ns	23,06 **	15,72 **
a x b	2	0,37 ns	0,47 ns	1,89 ns
Error (b)	8			
Coefficiente de variación (a)		4,77	2,37	12,13
Coefficiente de variación (b)		6,57	6,91	8,14
Promedio		1,27	0,99	0,67

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

El análisis de varianza realizado para la variable firmeza, establece significación estadística para temperatura desde los 5 hasta los 30 días y en la fuente de variación atmósferas a los 20,25 y 30 días. Las temperaturas de almacenamiento y las atmósferas modificadas aplicadas a los tratamientos si influenciaron en la firmeza del apio., a medida que transcurrió el tiempo la firmeza fue perdiendo. Se inició con un valor de 1,94 y se culminó a los 30 días con 0,67

“La refrigeración está muy indicada para el transporte y conservación de frutas y verduras”, lo que se confirma en la investigación, al menos en lo que se refiere a la conservación del apio, ya que el refrigerado sufrió menor deterioro que el expuesto a temperatura ambiente. (Arabena, 2000)

“Mientras el alimento se encuentre almacenado bajo condiciones de frío, los posibles cambios de aspecto, sabor y deterioro final se lentifican”, o que “el envejecimiento del producto se detiene en el momento en que éste es sometido a bajas temperaturas” y, por último, “los alimentos que se mantienen a 0° C o ligeramente por encima pueden conservarse durante más tiempo”. (Nájera, y otros, 1998)

**CUADRO N° 21.** Prueba de Tukey al 5% para (tres) temperaturas en la variable firmeza.

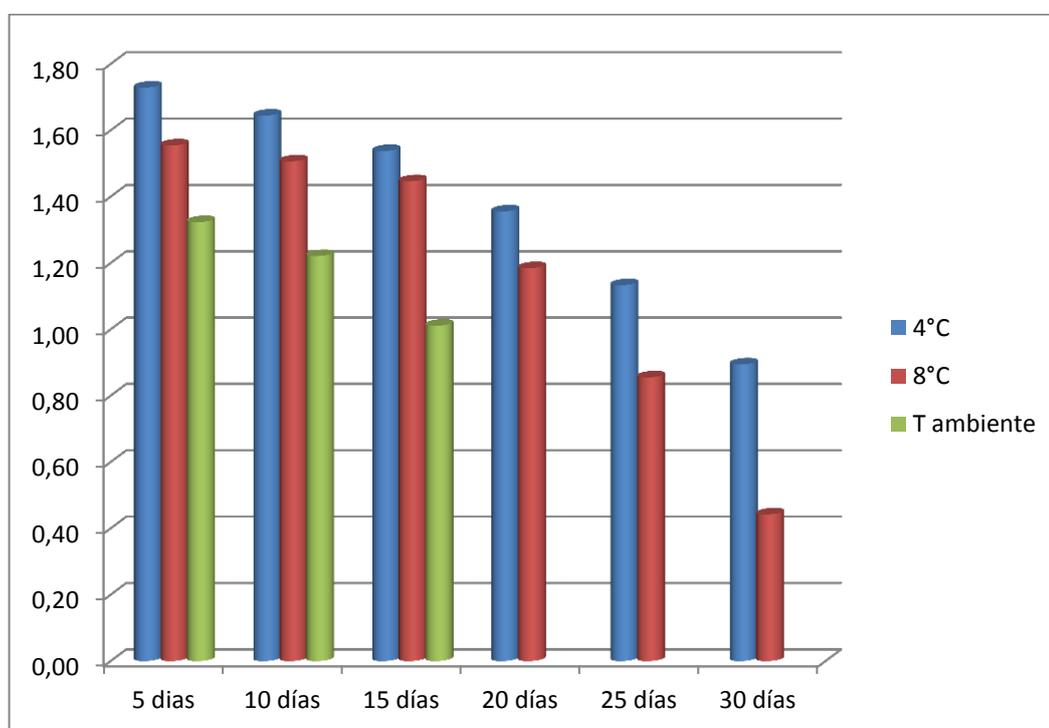
TEMPERATURAS (a)			PROMEDIO		
N°.	Descripción	Código	5 días	10 días	15 días
2	4°C	t3	1,73	1,64	1,54
3	8°C	t2	1,55	1,51	1,45
1	T ambiente	t1	1,32	1,22	1,01

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

**CUADRO N° 21. 1** Prueba de Tukey al 5% para (dos) temperaturas en la variable firmeza.

TEMPERATURAS (a)			PROMEDIO		
N°.	Descripción	Código	20 días	25 días	30 días
2	4°C	t3	1,36	1,13	0,89
3	8°C	t2	1,18	0,86	0,44
1	T ambiente	t1			

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo



**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

**GRÁFICO N°8.** Promedios para temperatura en la variable firmeza

En la prueba de Tukey al 5% para temperaturas se tiene que los tratamientos refrigerados a 4°C tuvieron mayor firmeza, el de 4°C menor y el testigo es el tratamiento que menos firmeza presentó.

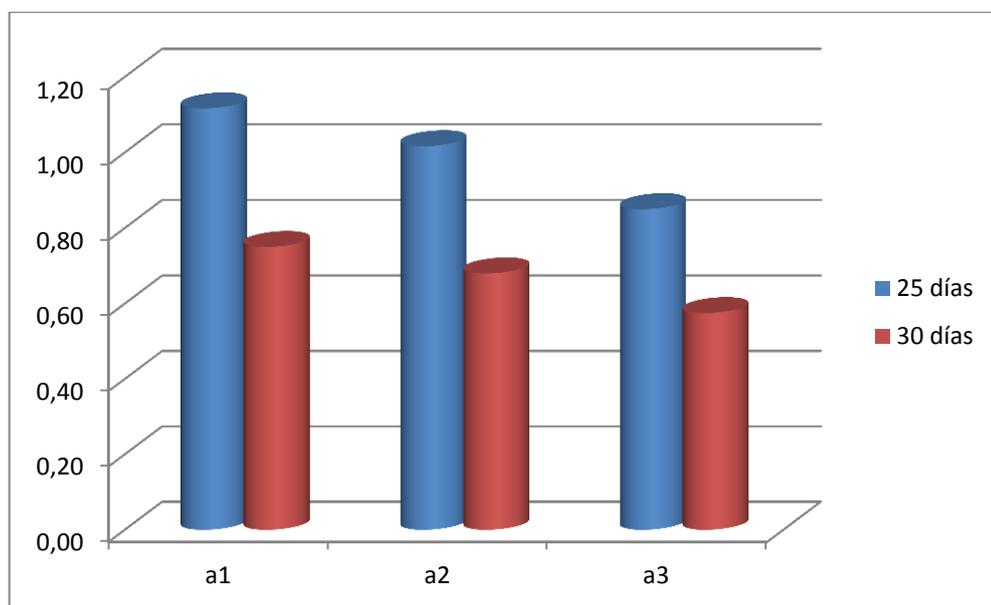
Los resultados se deben a que la refrigeración es el proceso por el que se reduce la temperatura de un espacio determinado, manteniéndola entre 0° y 5° C con el fin de conservar los alimentos, evitando el crecimiento de bacterias e impidiendo procesos químicos o biológicos no deseados que podrían tener lugar a temperatura ambiente. (Arabena, 2000)

El frío es el método más efectivo, de mayor facilidad en su aplicación y el que mantiene en mejores condiciones los alimentos, tanto en su aspecto como en su valor nutritivo. (Nájera, y otros, 1998)

**CUADRO N°22.** Prueba de Tukey al 5% para atmósferas en la variable firmeza

ATMOSFERAS (b)			PROMEDIO	
Nro.	DESCRIPCIÓN	CODIGO	25 días	30 días
1	Bandeja con rollopac	a1	1,12	0,75
2	Funda plástica zipper	a2	1,02	0,68
3	Funda plástica norma	a3	0,85	0,58

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo



**Fuente:** Leonardo Pillajo

**GRÁFICO N°9.** Promedios para atmósferas en la variable firmeza

Las atmósferas modificadas aplicadas a los diferentes tratamientos tuvo diferencia, el apio empacado en bandeja con rolopac conservó mejor a la hortaliza por lo que la firmeza fue mayor.

El envasado en atmósferas modificadas (también llamadas atmósferas protectoras) consiste en sustituir la atmósfera que rodea al alimento por una mezcla de gases adecuada, que permita controlar las reacciones enzimáticas y microbianas, realizando la degradación de los alimentos y aumentando su tiempo de vida útil. (Artés, 2000)

Las ventajas del envasado en atmósfera modificada son: mantiene la calidad del producto (aspecto, color, sabor, textura, olor), aumenta su tiempo de vida útil, minimiza el uso de conservantes, evita y retrasa degradaciones enzimáticas y microbianas y permite envases más atractivos y sugerentes para el consumidor.

### 3.5 Color

CUADRO N°23 Color registrado por tratamiento al inicio de la investigación.

N°	Tratamiento	Código	0 días/Porcentaje			5 días			10 días			15 días			20 días			25 días			30 días		
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	100	0	0	70	30	0	0	0	100	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	100	0	0	80	20	0	0	10	90	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	100	0	0	60	40	0	0	0	100	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10	0	80	20	0
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10	0	80	20	0	70	30	0
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	90	10	0	80	20	0	70	30	0	x	x	x
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	90	10	0	80	20	0	80	20	0	60	30	10
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	80	20	0	70	30	0	70	30	0	x	x	x
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	80	20	0	80	20	0	70	30	0	70	20	10

Elaborado por: Leonardo Pillajo

A los 5 días del ensayo se presentó un cambio de color en el apio que fué sometido a temperatura ambiente. Aún no hay cambios en los tratamientos que están sometidos a temperaturas bajas, Esto debido a que la modificación de la atmósfera de almacenamiento produce un retardo en los cambios bioquímicos y fisiológicos relacionados con la senescencia, fundamentalmente el ritmo respiratorio. A los 10 días del ensayo se presentó un cambio drástico de color en temperatura ambiente, ya que se pudo observar que pasó de un color verde claro a un verde amarillento; generando que este producto sea descartado para la comercialización. Todo esto ocurre debido a que la composición gaseosa varía, se pueden presentar efectos de cambio de color no deseado, incluso desarrollando malos olores. (FAO, 2006)

A los 15 días del ensayo los tratamientos a temperatura ambiente ya fueron eliminados debido al total cambio de color que para esta fecha se registró. Se empieza a presentar ligeros cambios de color en algunos tratamientos que están sometidos a temperaturas bajas. Especialmente en los tratamientos colocados a 8° C. A los 20 días del ensayo, se sigue evaluando solamente los tratamientos a 4 ° C y a 8 ° C ya que los tratamientos al ambiente fueron eliminados por el cambio de color que no los hace comerciales. Ninguno de los tratamientos a sometidos a 4 ° C y a 8 ° C, han llegado a cambiar a un color verde amarillento que los hace no comerciales.

Se puede observar que a los 25 días del ensayo, se sigue evaluando solamente los tratamientos que han sido almacenados a 4 ° C y a 8 ° C ya que los tratamientos al ambiente fueron eliminados por el cambio de color que no los hace comerciales. Para esta fecha también se elimina al tratamiento N°6 y tratamiento N°8, ya que el cambio de color lo hace no comercial. A los 30 días se elimina al tratamiento N°7 y tratamiento N°9, ya que el cambio de color lo hace no comercial. Y únicamente sigue siendo comerciales los tratamientos almacenados a 4 ° C, obteniendo un 80% de color verde oscuro, lo que mantiene a este empaque en la línea comercial deseada y muy acogida por el consumidor actual. (FAO, 2006)

### 3.6 Indicador de plagas y enfermedades

Las enfermedades son una importante fuente de pérdidas en poscosecha, particularmente en combinación con un manejo rudo y un pobre control de la temperatura. (Fernandez, 2006)

**CUADRO N°24** Severidad de enfermedades registrada por tratamiento en la investigación.

N°	Tratamiento	Código	0 días			5 días			10 días			15 días		
			Si	No	Enfermedad	Si	No	Enfermedad	Si	No	Enfermedad	Si	No	Enfermedad
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1		x			x			-			-	
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2		x			x			-			-	
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3		x		x		Tizón Foliar		-			-	
4	Temperatura a 4 °C; Bandeja con rollopac	t2a1		x			x			x			x	
5	Temperatura a 4 °C; Funda plástica zipper	t2a2		x			x			x			x	
6	Temperatura a 4 °C; Funda plástica normal	t2a3		x			x			x			x	
7	Temperatura a 8 °C; Bandeja con rollopac	t3a1		x			x			x			x	
8	Temperatura a 8 °C; Funda plástica zipper	t3a2		x			x			x			x	
9	Temperatura a 8 °C; Funda plástica normal	t3a3		x			x			x			x	

N°	Tratamiento	Código	20 días			25 días			30 días		
			Si	No	Enfermedad	Si	No	Enfermedad	Si	No	Enfermedad
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1		-			-			-	
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2		-			-			-	
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3		-			-			-	
4	Temperatura a 4° C; Bandeja con rollopac	t2a1		x			x			x	
5	Temperatura a 4° C; Funda plástica zipper	t2a2		x			x			x	
6	Temperatura a 4° C; Funda plástica normal	t2a3		x			x			x	
7	Temperatura a 8°C; Bandeja con rollopac	t3a1		x			x			x	
8	Temperatura a 8° C; Funda plástica zipper	t3a2		x			x			x	
9	Temperatura a 8° C; Funda plástica normal	t3a3		x			x			-	

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

En todo la investigación no se presentó ninguna plaga, en ningún tratamiento; A los 0 días momento en que se instaló la investigación no hubo la presencia de ninguna enfermedad pero si se presentó a los 5 días en el tratamiento 3 de la repetición 1: El cual estaba a temperatura ambiente y funda normal (t1a3) en esta toma de datos se observó que hubo la presencia de una enfermedad, la que fue identificada como *Alternaria smyrnii*, la cual ocasiona la enfermedad llamada tizón foliar en apio, de ahí se puede destacar que no ha habido presencia de enfermedades que compliquen o dañen el material vegetal.

La enfermedad, fue identificada con parámetros visuales, ya que presenta las siguientes características en las hojas del apio: Las manchas tienen la característica de tener aureolas concéntricas de color oscuro, lo que el docente del tribunal afirma que es *Alternaria smyrnii*, que es un agente causal de la enfermedad llamada Tizón foliar que ataca principalmente al apio, y otras especies de la familia Umbelliferae. Esta enfermedad se desarrolló en ambiente ya que el apio estuvo expuesto a temperaturas mayores a 22°C, la cual es la idónea para que se desarrolle este patógeno. (Dominguez, 2002)

Muchos tipos de desórdenes y enfermedades infecciosas afectan las frutas y vegetales frescos. Los desórdenes son el resultado de estrés relacionados a excesivo calor, frío, o mezclas inapropiadas de gases tales como el O<sub>2</sub> y el CO<sub>2</sub> y el etileno. Disponible en: (Andrade, 2002)

Muchos frutos inmaduros y vegetales contienen compuestos que inhiben el desarrollo de algunas podredumbres. Aunque uno de las principales factores que evitan la presencia de enfermedades es la buena desinfección, la cual recomiendan en **Una concentración de cloro cerca de 55 a 70 ppm\* a pH 7,0 es recomendada para desinfectar la mayoría de frutas y hortalizas.** (Andrade, 2002)

### 3.7. Análisis Económico

**CUADRO N°25.** Costos fijos y costos variables por tratamientos

No.	TRATAMIENTO	Código	Costo fijo	Costo variable	Total	Ingreso
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	0,3	0,03	0,33	0,40
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	0,3	0,02	0,32	0,35
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	0,3	0,01	0,31	0,30
4	Temperatura a 4 °C; Bandeja con rollopac	t2a1	0,3	0,05	0,35	0,60
5	Temperatura a 4 °C; Funda plástica zipper	t2a2	0,3	0,04	0,34	0,55
6	Temperatura a 4 °C; Funda plástica normal	t2a3	0,3	0,03	0,33	0,50
7	Temperatura a 8 °C; Bandeja con rollopac	t3a1	0,3	0,04	0,34	0,50
8	Temperatura a 8 °C; Funda plástica zipper	t3a2	0,3	0,03	0,33	0,45
9	Temperatura a 8 °C; Funda plástica normal	t3a3	0,3	0,02	0,32	0,45

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

Los valores para los costos fijos y variables por tratamientos, en los cuales los valores fijos corresponden a insumos, materiales y equipos que fueron utilizados en todos los tratamientos por igual, y los costos variables corresponde al costo de energía eléctrica por la utilización del cuarto frío y los diferentes empaques utilizados, por lo que cada tratamiento tiene diferente costo variable.

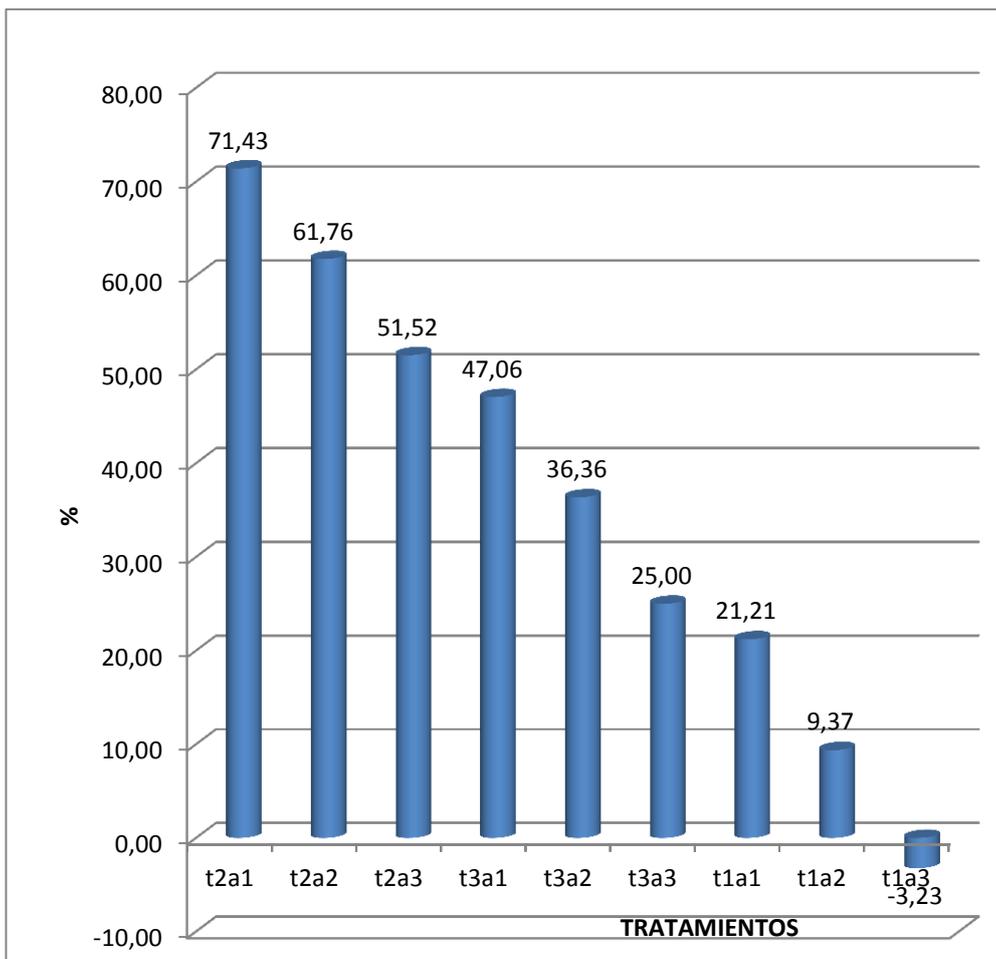
### 3.7.1 Ingreso por tratamientos

Los ingresos se calculó en base al tiempo de conservación de cada tratamientos, los refrigerados tienen mayor ingreso y el testigo menor ingreso.

**Cuadro N°26** Cálculo de la rentabilidad

Nro.	TRATAMIENTO		Ingreso	Gasto	BENEFICIO	UTILIDAD
4	Temperatura ambiente; Bandeja con rolopac	t2a1	0,6	0,35	0,25	71,43
5	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t2a2	0,55	0,34	0,21	61,76
6	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t2a3	0,5	0,33	0,17	51,52
7	Temperatura a 4 °C; Bandeja con rolopac	t3a1	0,5	0,34	0,16	47,06
8	Temperatura a 4 °C; Funda plástica zipper	t3a2	0,45	0,33	0,12	36,36
9	Temperatura a 4 °C; Funda plástica normal	t3a3	0,4	0,32	0,08	25,00
1	Temperatura a 8 °C; Bandeja con rolopac	t1a1	0,4	0,33	0,07	21,21
2	Temperatura a 8° C; Funda plástica zipper	t1a2	0,35	0,32	0,03	9,37
3	Temperatura a 8 °C; Funda plástica normal	t1a3	0,3	0,31	-0,01	-3,23

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo



**Elaborado por :** Leonardo Pillajo

### GRÁFICO N° 10. Relación Beneficio-Costo

Para determinar la utilidad se realizó mediante el cálculo del beneficio, el cual se obtuvo restando el ingreso menos el gasto y luego se transformó a porcentaje. De los resultados se tiene que el tratamiento que recibió refrigeración a 4 ° C y en bandeja con rolopac tuvo mayor rentabilidad con el 71,43%.

### **3.8. CONCLUSIONES**

- Se concluyó que la mejor atmósfera modificada (empaque) para el apio en almacenamiento fue la bandeja con rollopac, ya que mantuvo las características físicas del apio por de treinta días en almacenamiento en frío.
- Se concluyó que la mejor temperatura de almacenamiento en frío para el apio fue de 4 °C, ya que así prolongó mejor manera las condiciones físicas del apio.
- Se concluyó que recibió refrigeración á 4 °C y en bandeja con rollopac tuvo el mejor beneficio costo, siendo de 0,60 centavos por cada dólar.

### **3.9. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar en cuarto frío una temperatura de almacenamiento de 4 °C. Ya que el frío es el método más efectivo, recomendado y de mayor facilidad para conservar hortalizas y frutas, además es el que mantiene en mejores condiciones físicas en apio.
- Se recomienda utilizar en apio el empaque formado por una bandeja y cubierto con rollopac, ya que fue el que mejor conservó las características físicas en cuanto a color y firmeza del apio después de treinta días de almacenamiento en el cuarto frío.
- Se recomienda utilizar el tratamiento N° 4 el cual usa una temperatura de 4 °C y bandeja con rollopac, ya que fue el que tuvo el mejor ingreso por tratamiento, siendo este de 0,60 centavos por cada dólar.

## MARCO CONCEPTUAL

**Atmósferas modificadas:** es una técnica de conservación de alimentos que se empacan impidiendo la difusión de gases, con el propósito de alargar la vida útil del producto.

**Desinfección:** es un proceso que sirve para destruir o neutralizar las bacterias patógenas utilizando un desinfectante.

**Firmeza del fruto:** es una técnica de medición que sirve para determinar el estado de madurez de un fruto

**Fundas Ziploc:** son fundas de plásticos que poseen un cierre zipper que las hace reutilizables

**Grados Brix:** son el porcentaje de sacarosa presente en la solución, es decir es un representante de la unidad de azúcar contenido de una solución acuosa.

**Hidrocooling:** consiste en el enfriamiento de las frutas o vegetales mediante una lluvia de agua helada, la cual mantiene mojada toda la superficie exterior del producto.

**pH:** El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio presentes en determinadas sustancias.

**Poscosecha:** Es el lapso o periodo que transcurre desde momento mismo en que el producto es retirado de su fuente natural y acondicionado en la finca hasta el momento en que es consumido bajo su forma original o sometido a procesamiento o transformación industrial.

## BIBLIOGRAFÍA

### Referencia Bibliográfica

1. ARTÉS, F. 2000. Conservación de los productos vegetales en atmósferas modificadas. En: Aplicación del frío en los alimentos. Editor. M. Lamúa. Ed. Mundi Prensa. Cap. 4.105-125.
2. KRIS-ETHERTON, P. M., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., Griel, A. E., Etherton, T. D. (2002). Functional compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *American Journal of Medicine*, 113:71S-88S.
3. MARTÍNEZ- Jávega J.M., Cuquerella, J., Del Río, M.A. y Navarro, P. 1997. Estudios de tratamientos cuarentenarios mediante bajas temperaturas en frutos cítricos. CYTED. Proyecto XI. 10, p: 15-23. La Habana (Cuba). Ed. C.Saucedo y R. Báez.
4. NÁJERA P. LÓPEZ, C. (1992): Las frutas, pp. 44-5 in: Manual para manipuladores de alimentos. Junta de Castilla y León. Valladolid.

## INTERNET-WEB

1. BARON, C (2003) Cloración y control de enfermedades poscosecha en frutas y hortalizas frescas (06/10/2003). Buenos Aires. Disponible en: <http://www.mercadocentral.gob.ar/ziptecnicas/cloracion.pdf>
2. BOHN, Panorámica del pre enfriado en frutas y vegetales (2008) Boletín Informativo N° 32, (08/10/2012). Pág. 16. México, Disponible en: <http://www.bohn.com.mx>
3. BOHORQUEZ, O (2001) Enfriamiento de hortalizas. Disponible en: Guía para post cosecha y mercadeo de productos agrícolas (22/01/2013) Primera edición. Disponible en: <http://www.books.google.com.ec/books?id=W4bv8O7W2ecC&pg=PA8&dq=poscosecha+en+hortalizas&hl=es&sa=X&ei=w38jUdWQFNDy0wHHoG4Cw&ved=0CDUQ6AEwAQ#v=onepage&q=poscosecha%20en%20hortalizas&f=false>
4. CARILLOS, C (2002) Evaluación de tres densidades y dos arreglos espaciales en producción orgánica hidropónica de apio (*Apium graveolens* L.) Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad del Salvador (02/01/2013). Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/1560/>
5. CASACA, A (2005) Guía tecnológica de frutas y hortalizas. (28/12/2012) Costa Rica. Disponible en: <http://www.mag.go.cr>
6. EL DIARIO.EC, El apio ayuda a quitar peso, (2013). Disponible en: <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/232408-apio-ayuda-para-quitarse-peso/>

7. DOCSTOC, (2009). Recomendaciones para la Cosecha de Hortalizas. (12/01/2013) Disponible en: <http://www.docstoc.com/docs/122965873/Con-esta-medida-evitar%EF%BF%BD-contaminaciones-del-producto-y-riesgos-para-el-consumidor>
8. EL DIARIO.EC, El apio ayuda a quitar peso, (2013). Disponible en: <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/232408-apio-ayuda-para-quitar-peso/>
9. FAO, (2006) Fichas Técnicas para productos frescos y procesados. (28/12/2012). Disponible en: [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/APIO.HTMD](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/APIO.HTMD)
10. FAO, (2004) Manual para la preparación venta de frutas y hortalizas Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s06.htm>
11. FERNANDEZ, S (2008). Manual de poscosecha de hortalizas de estación fría, (14/01/2013), Santiago de Chile, pág. 62 Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=1WJDQwAACAAJ&dq=poscosecha+en+hortalizas&hl=es&sa=X&ei=w38jUdWQFNDy0wHH-oG4Cw&ved=0CDoQ6AEwAg>
12. FUNDACION INTEGRAL, (2002). Características Generales del Apio. Murcia. (12/11/2012) [http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20156-DETALLE\\_REPORTAJESPADRE](http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20156-DETALLE_REPORTAJESPADRE)

13. IICA, (2007) Guía práctica para la exportación de apio a Estados Unidos. Pág. 10. Managua. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=3lFunch7HnUC&pg=PA6&dq=almacenamiento+del+apio&hl=es&sa=X&ei=iFwkUYeBJqzU0gGn3YD4DA&ved=0CFEQ6AEwBg#v=onepage&q=almacenamiento%20del%20apio&f=false>
14. INFOAGRO, (2005) Agricultura, El cultivo del Apio. (06/13/2013). Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/apio.htm>
15. MAGAP, (2000) Análisis e interpretación del tercer censo agropecuario. Quito-Ecuador (03/08/2013). Disponible en: <http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm>
16. MATA, J. (2006) APIO, Sevilla-España (03/02/2013) <http://www.slideshare.net/etnografiaverde/apio-3419343>, p11. Sevilla
17. QUINTERO, J (2001) Cultivo del apio, perejil y hierba buena, Hoja Divulgativa N°03, (03/11/2012). Disponible en: <http://www.mag.go.cr>
18. REGAR, (2013) Control climático en Invernaderos, (12/11/2012) México. Disponible en: <http://www.rregar.com/index.php?/invernaderos/control-climatico-en-invernaderos.html>
19. REINA, C (1996) Manejo Poscosecha y Evaluación de la Calidad para la Cebolla Junca (*Allium fistulosum*) y el Apio (*Apium graveolens*) que se comercializa en la Ciudad de Neiva, Disponible en: <http://201.234.78.28:8080/jspui/bitstream/123456789/865/1/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20Apio.pdf>

# ANEXOS

## ANEXO N° 1

### PESOS TOMADOS AL INICIO DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio gr
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	117,2	117	117,1	351,3	117,11
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	117,3	115,3	118,1	350,7	116,91
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	117,2	117	115,1	349,3	116,45
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	120,5	118,1	119,1	357,7	119,24
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	115,12	114,1	113,6	342,9	114,28
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	118,5	116,1	117,1	351,6	117,21
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	114,2	119,1	117,2	350,6	116,85
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	116,5	120,1	118	354,6	118,20
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	119	119	119,1	357,1	119,04

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N° 2

### PESOS TOMADOS A LOS 5 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio gr
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	115,65	116,1	115,3	347,1	115,69
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	112,2	111	109	332,2	110,73
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	113,3	114,2	113,4	340,9	113,62
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	119,89	118	117,2	355,1	118,36
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	108,25	110,5	112,9	331,7	110,55
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	111,32	108,2	110,8	330,3	110,11
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	113,5	117,2	113,7	344,4	114,80
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	112,79	110,4	108,4	331,6	110,52
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	117,46	113,5	116,7	347,7	115,90

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

### ANEXO N°3

#### PESOS TOMADOS A LOS 10 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO gr
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	113,2	112,5	113,5	339,2	113,07
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	110,5	109,1	107,25	326,9	108,95
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	108,6	103,5	101,40	313,5	104,50
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	119,2	117,6	116,8	353,6	117,87
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	109,9	110,2	104,4	324,5	108,17
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	110,58	109,3	104,2	324	108,01
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	111,2	116	110,9	338,1	112,70
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	110,25	109,6	104,25	324,1	108,03
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	111,38	110,9	108,27	330,5	110,18

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

### ANEXO N°4

#### PESOS TOMADOS A LOS 15 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio gr
N °	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	110,5	108	110	328,7	109,58
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	108,2	108	106,8	322,9	107,63
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	100,8	95,4	96,5	292,7	97,57
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	118,45	115,1	114,8	348,4	116,12
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	108,9	109,2	103,5	321,6	107,20
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	106,5	107,5	102,5	316,5	105,50
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	110,8	113,9	108,5	333,2	111,07
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	107,9	107,6	102,8	318,3	106,11
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	102,8	104,3	99,13	306,2	102,06

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°5

### PESOS TOMADOS A LOS 20 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio gr
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	116,2	113,5	113,5	343,2	114,40
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	105,46	107,2	102,5	315,1	105,04
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	103,6	104,7	98,24	306,5	102,18
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	106,98	110,2	107,15	324,3	108,11
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	104,57	105,2	101,94	311,7	103,90
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	94,5	98,2	94,8	287,5	95,83

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°6

### PESOS TOMADOS A LOS 25 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio gr
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	111,93	111,6	110,2	333,7	111,24
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	103,3	100,3	95,6	299,2	99,72
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	97,5	100,9	96,5	294,9	98,30
7	Temperatura a 8 C; Bandeja con rollopac	t3a1	103,2	101,2	107,5	311,9	103,97
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	101,88	98,5	94,2	294,6	98,19
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	90,1	92,3	88,24	270,6	90,21

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°7

### PESOS TOMADOS A LOS 30 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio gr
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4° C; Bandeja con rollopac	t2a1	111,93	111,6	110,2	333,7	111,24
5	Temperatura a 4° C; Funda plástica zipper	t2a2	103,3	100,3	95,6	299,2	99,72
6	Temperatura a 4° C; Funda plástica normal	t2a3	97,5	100,9	96,5	294,9	98,30
7	Temperatura a 8° C; Bandeja con rollopac	t3a1	103,2	101,2	107,5	311,9	103,97
8	Temperatura a 8° C; Funda plástica zipper	t3a2	101,88	98,5	93,5	293,9	97,96
9	Temperatura a 8° C; Funda plástica normal	t3a3	90,1	92,3	88,24	270,6	90,21

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°8

### pH TOMADO AL INICIO DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	6,2	6,17	6,18	18,55	6,18
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	6,18	6,19	6,22	18,59	6,20
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	6,2	6,25	6,15	18,6	6,20
4	Temperatura a 4° C; Bandeja con rollopac	t2a1	6,1	6,15	6	18,25	6,08
5	Temperatura a 4° C; Funda plástica zipper	t2a2	6,23	6,17	6,22	18,62	6,21
6	Temperatura a 4° C; Funda plástica normal	t2a3	6,2	6,22	6,2	18,62	6,21
7	Temperatura a 8° C; Bandeja con rollopac	t3a1	6,2	6,18	6,22	18,6	6,20
8	Temperatura a 8° C; Funda plástica zipper	t3a2	6,18	6,19	6,15	18,52	6,17
9	Temperatura a 8° C; Funda plástica normal	t3a3	6,15	6,12	6,16	18,43	6,14

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°9

### pH TOMADO A LOS 5 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	6,61	6,72	6,58	19,91	6,64
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	6,75	6,62	6,85	20,22	6,74
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	6,87	6,76	6,8	20,43	6,81
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	6,24	6,25	6,2	18,69	6,23
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	6,32	6,28	6,33	18,93	6,31
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	6,38	6,32	6,28	18,98	6,33
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	6,33	6,37	6,35	19,05	6,35
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	6,33	6,37	6,41	19,11	6,37
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	6,45	6,42	6,46	19,33	6,44

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°10

### pH TOMADO A LOS 10 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	6,87	6,78	6,85	20,5	6,83
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	6,95	6,86	6,95	20,76	6,92
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	7	7,12	7,05	21,17	7,06
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	6,38	6,4	6,35	19,13	6,38
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	6,42	6,42	6,39	19,23	6,41
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	6,42	6,42	6,45	19,29	6,43
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	6,51	6,43	6,45	19,39	6,46
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	6,62	6,4	6,56	19,58	6,53
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	6,55	6,6	6,55	19,7	6,57

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°11

### pH TOMADO A LOS 15 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	7,5	7,25	7,28	22,03	7,34
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	7,63	7,35	7	21,98	7,33
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	7,65	7,65	7,4	22,7	7,57
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	6,49	6,43	6,48	19,4	6,47
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	6,58	6,48	6,53	19,59	6,53
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	6,62	6,52	6,55	19,69	6,56
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	6,67	6,61	6,51	19,79	6,60
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	6,68	6,65	6,74	20,07	6,69
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	6,72	6,74	6,84	20,3	6,77

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°12

### pH TOMADO A LOS 20 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	6,68	6,62	6,6	19,9	6,63
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	6,75	6,65	6,51	19,91	6,64
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	6,77	6,73	6,9	20,4	6,80
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	6,85	6,78	6,85	20,48	6,83
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	6,83	6,78	6,88	20,49	6,83
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	6,99	6,82	7,05	20,86	6,95

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°13

### pH TOMADO A LOS 25 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	6,89	6,9	6,7	20,49	6,83
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	6,9	6,85	6,85	20,6	6,87
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	6,98	7,01	6,95	20,94	6,98
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	7,01	7,02	7,03	21,06	7,02
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	7,1	7,14	6,95	21,19	7,06
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	7,17	7,15	7,11	21,43	7,14

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°14

### pH TOMADO A LOS 30 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	7	7,05	6,9	20,95	6,98
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	7	7,05	7,15	21,2	7,07
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	7,15	7,3	7,2	21,65	7,22
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	7,3	7,4	7,35	22,05	7,35
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	7,98	7,6	7,5	23,08	7,69
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	7,88	7,81	7,68	23,37	7,79

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°15

### GRADOS BRIX TOMADOS AL INICIO DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	2,4	2,45	2,4	7,25	2,42
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	2,45	2,45	2,45	7,35	2,45
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	2,45	2,45	2,45	7,35	2,45
4	Temperatura a 4 °C; Bandeja con rollopac	t2a1	2,45	2,4	2,4	7,25	2,42
5	Temperatura a 4 °C; Funda plástica zipper	t2a2	2,45	2,4	2,4	7,25	2,42
6	Temperatura a 4 °C; Funda plástica normal	t2a3	2,4	2,4	2,4	7,2	2,40
7	Temperatura a 8 °C; Bandeja con rollopac	t3a1	2,45	2,45	2,45	7,35	2,45
8	Temperatura a 8 °C; Funda plástica zipper	t3a2	2,4	2,5	2,4	7,3	2,43
9	Temperatura a 8 °C; Funda plástica normal	t3a3	2,45	2,45	2,45	7,35	2,45

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°16

### GRADOS BRIX TOMADOS A LOS 5 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO cm
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	2,44	2,48	2,45	7,37	2,46
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	2,5	2,5	2,45	7,45	2,48
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	2,55	2,5	2,5	7,55	2,52
4	Temperatura a 4 °C; Bandeja con rollopac	t2a1	2,45	2,45	2,42	7,32	2,44
5	Temperatura a 4 °C; Funda plástica zipper	t2a2	2,45	2,4	2,4	7,25	2,42
6	Temperatura a 4 °C; Funda plástica normal	t2a3	2,4	2,4	2,4	7,2	2,40
7	Temperatura a 8 °C; Bandeja con rollopac	t3a1	2,47	2,48	2,48	7,43	2,48
8	Temperatura a 8 °C; Funda plástica zipper	t3a2	2,42	2,5	2,42	7,34	2,45
9	Temperatura a 8 °C; Funda plástica normal	t3a3	2,46	2,46	2,46	7,38	2,46

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°17

### GRADOS BRIX TOMADOS A LOS 10 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	2,6	2,56	2,56	7,72	2,57
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	2,61	2,58	2,59	7,78	2,59
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	2,58	2,62	2,6	7,8	2,60
4	Temperatura a 4 °C; Bandeja con rollopac	t2a1	2,44	2,45	2,48	7,37	2,46
5	Temperatura a 4 °C; Funda plástica zipper	t2a2	2,42	2,41	2,42	7,25	2,42
6	Temperatura a 4 °C; Funda plástica normal	t2a3	2,41	2,4	2,4	7,21	2,40
7	Temperatura a 8 °C; Bandeja con rollopac	t3a1	2,52	2,54	2,49	7,55	2,52
8	Temperatura a 8 °C; Funda plástica zipper	t3a2	2,48	2,53	2,5	7,51	2,50
9	Temperatura a 8 °C; Funda plástica normal	t3a3	2,49	2,49	2,49	7,47	2,49

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°18

### GRADOS BRIX TOMADOS A LOS 15 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO cm
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	2,6	2,61	2,68	7,89	2,63
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	2,78	2,74	2,74	8,26	2,75
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	2,78	2,85	2,78	8,41	2,80
4	Temperatura a 4 °C; Bandeja con rollopac	t2a1	2,45	2,48	2,5	7,43	2,48
5	Temperatura a 4 °C; Funda plástica zipper	t2a2	2,44	2,43	2,45	7,32	2,44
6	Temperatura a 4 °C; Funda plástica normal	t2a3	2,41	2,4	2,41	7,22	2,41
7	Temperatura a 8 °C; Bandeja con rollopac	t3a1	2,66	2,64	2,64	7,94	2,65
8	Temperatura a 8 °C; Funda plástica zipper	t3a2	2,62	2,65	2,6	7,87	2,62
9	Temperatura a 8 °C; Funda plástica normal	t3a3	2,54	2,52	2,52	7,58	2,53

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°19

### GRADOS BRUX TOMADOS A LOS 20 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES			PROMEDIO	
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	2,54	2,52	2,55	7,61	2,54
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	2,46	2,44	2,47	7,37	2,46
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	2,42	2,42	2,42	7,26	2,42
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	2,78	2,72	2,75	8,25	2,75
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	2,67	2,67	2,62	7,96	2,65
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	2,62	2,63	2,59	7,84	2,61

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°20

### GRADOS BRUX TOMADOS A LOS 25 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO
No	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	2,58	2,55	2,59	7,72	2,57
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	2,49	2,51	2,5	7,5	2,50
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	2,45	2,45	2,44	7,34	2,45
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	2,86	2,81	2,84	8,51	2,84
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	2,74	2,73	2,74	8,21	2,74
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	2,68	2,71	2,74	8,13	2,71

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°21

### GRADOS BRIX TOMADOS A LOS 30 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio
No.	DETALLE	Código	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	2,58	2,56	2,6	7,74	2,58
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	2,51	2,54	2,55	7,6	2,53
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	2,47	2,47	2,45	7,39	2,46
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	2,95	2,85	2,91	8,71	2,90
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	2,89	2,85	2,87	8,61	2,87
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	2,77	2,8	2,77	8,34	2,78

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°22

### FIRMEZA TOMADA AL INICIO DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	2,00	1,80	1,90	5,70	1,90
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	1,80	2,00	1,90	5,70	1,90
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	1,90	2,00	2,00	5,90	1,97
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	2,00	1,90	1,80	5,70	1,90
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	1,90	1,80	2,00	5,70	1,90
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	2,00	2,00	1,80	5,80	1,93

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°23

### FIRMEZA TOMADA A LOS 5 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	1,4	1,37	1,34	4,11	1,37
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	1,2	1,3	1,5	4	1,33
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	1,3	1,24	1,26	3,8	1,27
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	1,8	1,7	1,9	5,4	1,80
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	1,72	1,74	1,7	5,16	1,72
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	1,8	1,7	1,5	5	1,67
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	1,6	1,7	1,6	4,9	1,63
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	1,62	1,58	1,54	4,74	1,58
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	1,48	1,45	1,42	4,35	1,45

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°24

### FIRMEZA TOMADA A LOS 10 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				PROMEDIO
No.	DETALLE	CODIGO	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	1,32	1,28	1,35	3,95	1,32
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	1,10	1,20	1,3	3,60	1,20
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	1,12	1,17	1,15	3,44	1,15
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	1,60	1,70	1,80	5,10	1,70
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	1,60	1,80	1,60	5,00	1,67
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	1,70	1,60	1,40	4,70	1,57
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	1,50	1,55	1,59	4,64	1,55
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	1,55	1,5	1,55	4,60	1,53
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	1,42	1,48	1,42	4,32	1,44

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°25

### FIRMEZA TOMADA A LOS 15 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio
No.	DETALLE	Código	1	2	3	SUMA	
1	Temperatura ambiente; Bandeja con rollopac	t1a1	0,90	1,10	1,10	3,10	1,03
2	Temperatura ambiente; Funda plástica zipper	t1a2	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
3	Temperatura ambiente; Funda plástica normal	t1a3	0,90	1,10	1,00	3,00	1,00
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	1,50	1,70	1,50	4,70	1,57
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	1,50	1,60	1,50	4,60	1,53
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	1,52	1,52	1,50	4,54	1,51
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	1,50	1,50	1,50	4,50	1,50
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	1,50	1,40	1,42	4,32	1,44
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	1,50	1,40	1,30	4,20	1,40

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°26

### FIRMEZA TOMADA A LOS 20 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio
No.	DETALLE	Código	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	1,4	1,5	1,4	4,3	1,43
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	1,2	1,5	1,4	4,1	1,37
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	1,3	1,2	1,3	3,8	1,27
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	1,3	1,2	1,2	3,7	1,23
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	1,15	1,18	1,2	3,53	1,18
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	1,1	1,18	1,15	3,43	1,14

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°27

### FIRMEZA TOMADA A LOS 25 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio
No.	DETALLE	Código	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	1,30	1,20	1,20	3,70	1,23
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	1,10	1,30	1,10	3,50	1,17
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	0,90	0,90	0,80	2,60	0,87
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	0,70	0,80	0,60	2,10	0,70

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N°28

### FIRMEZA TOMADA A LOS 30 DÍAS DEL ENSAYO

TRATAMIENTOS			REPETICIONES				Promedio
No.	DETALLE	Código	1	2	3	SUMA	
4	Temperatura a 4 ° C; Bandeja con rollopac	t2a1	1,10	0,90	1,00	3,00	1,00
5	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica zipper	t2a2	0,90	0,90	0,95	2,75	0,92
6	Temperatura a 4 ° C; Funda plástica normal	t2a3	0,80	0,70	0,80	2,30	0,77
7	Temperatura a 8 ° C; Bandeja con rollopac	t3a1	0,40	0,50	0,60	1,50	0,50
8	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica zipper	t3a2	0,42	0,45	0,46	1,33	0,44
9	Temperatura a 8 ° C; Funda plástica normal	t3a3	0,40	0,35	0,40	1,15	0,38

**Elaborado por:** Leonardo Pillajo

## ANEXO N° 30

### RESPALDO FOTOGRÁFICO

#### Corte e igualamiento del apio.



#### Lavado y desinfectado del material verde.



## Establecimiento del ensayo



## Medición de la firmeza.



## Medición de Grados Brix.



**Aquí con la Ingeniera Ruth Pérez observando el ensayo en el cuarto frío, analizando los empaques en funda normal, funda ziploc y bandeja.**



**Aquí con mi directora la ingeniera Karina Marín, analizando el ensayo del apio.**



**El ingeniero Edwin Chancusig en calidad de miembro del tribunal, realizando sugerencias y observaciones al ensayo.**



**Síntomas del tizón causado por *Alternaria***

