



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA



#### TESIS

### RECUBRIMIENTO CON BIOPOLÍMEROS COMESTIBLES EN LA CONSERVACIÓN DE POSCOSECHA DE GRANADILLA COLOMBIANA (PASSIFLORA LIGULARIS JUSS) EN CONDICIONES NATURALES Y REFRIGERADAS

#### PRESENTADA POR:

**VALERIO URBANO ELEAZAR ROQUE ILLANES**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAGISTER SCIENTIAE EN AGRICULTURA ANDINA  
ESPECIALIDAD CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**PUNO, PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de muchas bendiciones, sabiduría, su infinita bondad, amor y el valor necesario, para cumplir con lo que me propongo y darme paz en los momentos difíciles.

A Dios bendito, al Señor de los Temblores;  
A la memoria de mi madre (QEPD y QDDG)  
Sabina Illanes.

A mi esposa Inés, por ser la persona a entender y comprensión, la magnitud e implicaciones en esta difícil tarea. Ha sido fundamental para lograr el objetivo trazado.

A mi hermano Amador, que junto a él, por ser la razón de mi superación en momentos inolvidables.

A mi hija e hijos: Eva, Raul y Santos, mi eterna preocupación, inspiración y alegría; ellos fueron el motor importante en los momentos difíciles y gratos, durante la realización del presente estudio.

*Valerio Urbano Eleazar*



## AGRADECIMIENTO

A Dios, al Señor de los Temblores, por haberme guiado a lo largo de este camino y brindarme una vida llena de aprendizaje, por haberme acompañado y permitido lograr esta meta anhelada en mi vida.

A la Universidad Nacional del Altiplano y a la Escuela de Postgrado – UNA - Puno, por haberme brindado formación y las facilidades para que el presente trabajo se culminara.

A la plana docente del Programa de la Maestría en Agricultura Andina – Mención Ciencia y Tecnología de Alimentos, por brindarnos los conocimientos y motivación frente a los nuevos retos de igual forma al personal administrativo por el apoyo a la labor académica.

A mi Director de tesis Dr. Javier Mamani Paredes, por su apoyo incondicional, su acertada dirección, por su disposición de tiempo, asesoramiento en la ejecución del presente trabajo de investigación y por haber confiado en mi persona.

A los distinguidos miembros del jurado Dr. Manuel Alfredo Callohuanca Pariapaza, Dr. Víctor Andrés Gonzales Gonzales y Dr. Ulises Alvarado Mamani, por sus valiosos comentarios, su apoyo, acertadas sugerencias y corrección en el presente trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial a todos aquellos actores del presente estudio, que por cuestiones de espacio me es difícil nombrar, que me abrieron las puertas brindándome en todo momento su atención y tiempo, por su contribución en los aspectos de recopilación y fuentes de información.

A mis amigos, con los cuales compartimos momentos en la universidad y a los que fui conociendo en el camino y demás personas que me motivaron a iniciar, y terminar esta investigación, les agradezco infinitamente, siempre los tendré presente.

A las autoridades Programa de Maestría, personal técnico, y administrativo en especial al Ing. Jaréd de la Escuela de Posgrado y de la UNA-Puno, por las facilidades y apoyo que me brindaron.

*Valerio Urbano Eleazar*



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
LISTA DE ACRÓNIMOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco Teórico	3
1.1.1. Granadilla	3
1.1.1.1. Calidad orientada al producto y al consumidor	4
1.1.1.2. Calidad fisiológica	5
1.1.1.3. Cosecha y poscosecha de frutos de granadilla biotipo colombiana	5
1.1.1.4. Calidad organoléptica	6
1.1.1.5. Efecto de la temperatura	6
1.1.1.6. Efecto de la humedad relativa (HR)	6
1.1.1.7. Daños por desórdenes en el control de la humedad relativa	8
1.1.1.8. Efecto de la respiración y maduración	8
1.1.1.9. Pérdidas potenciales en poscosecha	9
1.1.1.10. Tratamientos y técnicas poscosecha	11
1.1.2. Conservación poscosecha de granadillas	12
1.1.2.1. Tipos de conservación de la granadilla	12



1.1.3. Recubrimientos comestibles	13
1.1.4. Composición química de los recubrimientos comestibles	15
1.1.4.1. Recubrimiento comercial	17
1.1.4.2. Aloe vera (penca de sábila) como recubrimiento	17
1.1.4.3. Cera de carnauba	18
1.1.4.4. Glicerol	18
1.1.4.5. Tween	18
1.1.5. Propiedades fisicoquímicas de la granadilla	19
1.1.5.1. Sólidos solubles	19
1.1.5.2. pH	20
1.1.5.3. Acidez titulable	20
1.1.5.4. Firmeza de la fruta	20
1.1.5.5. Índice de madurez	19
1.1.5.6. Pérdida de peso durante el almacenamiento	22
1.2. Antecedentes	25

## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

2.1. Identificación del problema	29
2.2. Enunciados del problema	30
2.2.1. Pregunta central	30
2.2.2. Preguntas secundarias	30
2.3. Justificación	31
2.4. Objetivos	32
2.4.1. Objetivo general	32
2.4.2. Objetivos específicos	32
2.5. Hipótesis	32
2.5.1. Hipótesis general	32
2.5.2. Hipótesis específicas	29

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Lugar de estudio	34
3.2. Población	34
3.3. Muestra	34
3.4. Método de investigación	34
3.4.1. Diseño experimental	35
3.4.2. Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico	35
3.4.3. Metodología de mediciones	36
3.4.3.1. Análisis físicos	36
3.4.3.2. Análisis químico	37
3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	38
3.5.1. Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros	38
3.5.2. Metodología experimental	39
3.5.3. Aplicación de prueba estadística inferencial	41

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSION**

4.1. Efectos de recubrimiento y tiempos de almacenamiento en las propiedades físico químicas de granadilla colombiana en condiciones naturales	39
4.1.1. Pérdida de peso de granadilla colombiana en condiciones naturales	39
4.1.2. Firmeza de la granadilla colombiana en condiciones naturales	46
4.1.3. pH de la granadilla colombiana en condiciones naturales	49
4.1.4. Sólidos solubles totales (°Brix) de la granadilla colombiana en condiciones naturales	50
4.1.5. Acidez titulable (% de ácido cítrico) de la granadilla colombiana en condiciones naturales	47
4.2. Efectos de recubrimiento y tiempos de almacenamiento en las propiedades físico químicas de granadilla colombiana en condiciones refrigeradas	55



4.2.1. Pérdida de peso de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)	55
4.2.2. Firmeza de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)	57
4.2.3. pH de la granadilla colombiana condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)	59
4.2.4. Sólidos solubles totales (°Brix) de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas en 5°C a H.R. 43%	60
4.2.5. Acidez titulable en (% de ácido cítrico) de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)	57
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	68

Puno, 25 de enero de 2022

**ÁREA:** Ciencias de la Ingeniería.

**TEMA:** Recubrimiento con biopolímeros comestibles en la conservación de poscosecha de granadilla colombiana (*Passiflora ligularis* Juss) en condiciones naturales y refrigeradas.

**LÍNEA:** Ingeniería de Procesos.



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1. Parámetros fisicoquímicos evaluados en frutos de Granadilla y Gulupa	22
2. Objetivo 1: Condiciones naturales	35
3. Objetivo 2: Condiciones refrigeradas	35
4. Comparación de los 3 recubrimientos más el testigo	43
5. Valores de pérdida de peso (%) de la granadilla colombiana en condiciones naturales, temperatura y humedad relativa	44
6. Valores de firmeza (kg/cm <sup>2</sup> ) de la granadilla colombiana a condiciones naturales, temperatura y humedad relativa	46
7. Valores de pH de la granadilla colombiana controlada a condiciones naturales, temperatura y humedad relativa	49
8. Sólidos solubles totales (°Brix) de la granadilla colombiana controladas a condiciones naturales, temperatura y humedad relativa	51
9. Valores de acidez titulable en (% ácido cítrico) de la granadilla colombiana controladas a condiciones naturales, temperatura y humedad relativa	53
10. Valores de pérdida de peso (%) de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas de (5°C a H.R.43%)	55
11. Valores de firmeza (kg/cm <sup>2</sup> ) de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas de (5°C a H.R. 43%)	57
12. Valores de pH de la granadilla colombiana a condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)	59
13. Sólidos solubles totales promedio (°Brix) de la granadilla colombiana controladas a condiciones refrigerantes de (5°C a H.R. 43%)	61
14. Acidez titulable en (% ácido cítrico) de la granadilla colombiana controladas en condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)	63



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Frutos de granadilla en cultivo	4
2. Calidad de frutas, según atributos	5
3. Metodología para el control en estudio	35
4. Diagrama de flujo del experimento	41
5. Efecto de factor de variación de la pérdida de peso en % a condiciones naturales	45
6. Efecto del factor de la firmeza de la granadilla colombiana a condiciones naturales	48
7. Efecto del factor de pH de la granadilla colombiana a condiciones naturales	50
8. Efecto del factor de solidos solubles (°Brix) de la granadilla colombiana a condiciones naturales	52
9. Efecto del factor de acidez expresado (% ac. Cítrico) de la granadilla colombiana a condiciones naturales	54
10. Efecto del factor de variación de peso a condiciones refrigeradas	56
11. Efecto del factor de la firmeza de la granadilla colombiana a condiciones refrigeradas	58
12. Efecto del factor de pH de la granadilla colombiana a condiciones refrigeradas	60
13. Efecto del factor de solidos solubles (°Brix) de la granadilla colombiana a condiciones refrigeradas	62
14. Efecto del factor de acidez expresado (% ac. Cítrico) de la granadilla colombiana a condiciones refrigeradas	58



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
1. Tablas de resultados	69
2. Análisis de la varianza ANVA y prueba de Tukey en condiciones naturales	83
3. Análisis de varianza ANVA y prueba de Tukey en condiciones refrigeradas	89
4. Panel fotográfico	94
5. Informe de laboratorio	97



## LISTA DE ACRÓNIMOS

DPV	: Déficit presión de vapor
HR	: Humedad relativa
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
CMC	: Carboximetilcelulosa
Mc	: Metilcelulosa
HMC	: Hidroximetil celulosa
HPMC	: Hidroxipropil metilcelulosa
ANVA	: Análisis de varianza
SST	: Solidos solubles totales
TA	: Temperatura ambiente
DCA	: Diseño completo al azar
TR	: Temperatura refrigerada
AOAC	: Asociación Internacional de Químicos Analíticos
ICONTEC	: Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación
PVC	: Policloruro de vinílico
USP	: Propuesta única de ventas

## RESUMEN

El manejo de poscosecha de la granadilla colombiana, contribuye a reducir los problemas de disponibilidad y disminuir pérdidas, aumentar la vida útil, dar valor agregado y pérdida de oportunidades en el mercado, el presente estudio realizado con el objetivo de determinar el efecto de recubrimientos de biopolímeros comestibles en las propiedades fisicoquímicas de granadilla colombiana en condiciones naturales y refrigeradas, la granadilla procedente del sector Pacaypampa, distrito y provincia de Sandía de la región Puno, siendo las variables de estudio la granadilla colombiana con (RC1, RC2 y RC3) evaluados durante 28 días de almacenamiento; analizados bajo el diseño bloque completo al azar (DBCA, con arreglo factorial de 7 x 4 x 3 con nivel de significancia 0.05%. Los resultados promedios obtenidos en condiciones naturales fue en RC2 con 11.77% de pérdida de peso se aproxima RC1 con 12.59%, en firmeza 2.36 kg/cm<sup>2</sup>, pH 5.17, °Brix 10.35 y 0.54% de acidez; y los resultados obtenidos en condiciones refrigeradas fueron RC2, 3.30% pérdida de peso y se aproxima a RC3 con 4.53%, firmeza 2.23 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, 5.05 de pH, °Brix 10.59 y 0.54% de acidez esta que se aproxima al RC1 en 0.55% de acidez, sin embargo en el testigo en condiciones naturales y refrigeradas los resultados son muy variables de acuerdo a las tablas y figuras. Se concluye que, el RC2 tuvo mejor respuesta en la conservación de las propiedades fisicoquímicas de la granadilla colombiana en condiciones naturales y refrigeradas, durante 28 días de almacenamiento.

**Palabras clave:** biopolímeros comestibles, granadilla colombiana, recubrimiento y poscosecha.

## ABSTRACT

The post-harvest management of Colombian granadilla contributes to reduce availability problems and reducing losses, increasing useful life, adding value, and losing opportunities in the market, the present study carried out with the objective of determining the effect of coating edible biopolymer on the physicochemical properties of Colombian granadilla in natural and refrigerated conditions, the granadilla from Pacaypampa sector, district and province of Sandia in Puno region, being the study variables of Colombian granadilla with coating (C1, C2 and C3) evaluated during 28 days of storage; analyzed with randomized complete block design (RCBD), with a factorial arrangement of  $7 \times 4 \times 3$  with a significance level 0.05%. The average results obtained in natural conditions were in C2 with 11.77% of weight loss, close to C1 with 12.59%, in firmness 2.36 kg/cm<sup>2</sup>, pH 5.17, °Brix 10.35 and 0.54% acidity; and the results obtained in refrigerated conditions were C2, 3.30% weight loss and close to C3 with 4.53%, firmness 2.23 kg/cm<sup>2</sup> on average, 5.05 pH, °Brix 10.59 and 0.54% acidity, this is close to C1 at 0.55% acidity, however, in the control sample in natural and refrigerated conditions, the results are highly variable according to the tables and figures. It is concluded that C2 had a better response in the conservation of the physicochemical properties of Colombian granadilla in natural and refrigerated conditions, during 28 days of storage.

**Keywords:** coating, colombian passion fruit, edible biopolymers and postharvest.

## INTRODUCCIÓN

Las condiciones poscosecha para frutos de granadilla deben ser definidas para el Perú. Esto aseguraría menores pérdidas por daños ocasionados en el transporte o almacenamiento hasta su destino final. En la actualidad el consumo de frutos de granadilla ha tomado más importancia a nivel internacional ya que su demanda como producto fresco, es necesario que en el Perú se realicen estudios referidos a los distintos aspectos de producción y comercialización de este cultivo para así poder cubrir la demanda en el mercado, esto se ve reflejado en pérdidas poscosecha que superan el 15% de la producción, con una mínima generación de dar valor agregado y pérdida de oportunidades en el mercado (Escobar, 2012).

El, transporte y pérdida de peso. Por lo que es necesario buscar técnicas complementarias que aseguren reducir o evitar este problema (Lamua, 2000). Principal problema de esta técnica de conservación en frutas tropicales es su sensibilidad al daño de manejo cosecha y poscosecha.

Las técnicas usadas para mitigar los daños físicos, fisiológicos y perdidas de peso en frutos tropicales incluyen el uso de ceras comerciales y con biopolímeros comestibles. En este caso reduce la intensidad respiratoria por lo que se retardan las modificaciones físicas químicas resultantes del metabolismo. Es más, el encerado no solo puede conservar el producto, sino que embellece al producto, hace más presentable y atractivo al consumidor. Por lo tanto, para prolongar la vida útil de la fruta se deben buscar condiciones que reduzcan la tasa de respiración (Reide, 2002).

Las técnicas utilizadas para mitigar los daños físicos, fisiológicos y perdidas de peso en frutos tropicales incluyen el uso de ceras comerciales y con biopolímeros comestibles. En este caso reduce la intensidad respiratoria por lo que se retardan las modificaciones físicas químicas resultantes del metabolismo. Es más, el encerado no solo puede conservar el producto, sino que embellece al producto, hace más presentable y atractivo al consumidor. Por lo tanto, para prolongar la vida útil de la fruta se deben buscar condiciones que reduzcan la tasa de respiración (Reide, 2002).

El uso de películas y recubrimientos comestibles surge como una alternativa prometedora para mejorar la calidad de los alimentos durante su procesado y conservación, que están constituidos por finas películas de polímeros naturales (polisacáridos, proteínas animales



y vegetales, lípidos) biodegradables, siendo una tecnología respetuosa con el medio ambiente que responde a la demanda creciente por parte de los consumidores de alimentos naturales, seguros, saludables.

Sin embargo; a la fecha existe limitada información sobre la influencia de recubrimientos de biopolímeros comestibles, que garantice la conservación poscosecha de granadilla colombiana en condiciones naturales y refrigeradas, la cual es muy importante para lograr a extender la vida útil por un tiempo mayor la conservación de la fruta, evitando el deterioro del producto por daños fúngicos y mecánicos ocasionados durante el proceso de manipulación, transporte y distribución, logrando así incursionar en diferentes mercados (García, 2008); por lo que en el presente estudio se planteó los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el efecto de recubrimientos de biopolímeros comestibles en las propiedades fisicoquímicas de granadilla colombiana en condiciones naturales.
- Determinar el efecto de recubrimientos de biopolímeros comestibles en las propiedades fisicoquímicas de granadilla colombiana en condiciones refrigeradas.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. Marco Teórico

##### 1.1.1. Granadilla

La granadilla, es una especie frutal nativa de América distribuida desde Colombia, Ecuador, Brasil, Perú y Bolivia. Es una planta trepadora, que crece muy bien a altitudes incluso cercanas a los 3500 m.s.n.m., produce frutos de forma elipsoidal, su cáscara es suave y el interior está lleno de semillas redondeadas, cubiertas de un mucílago blanquizco de pulpa jugosa, aromática y de sabor dulce. Se propagan por semillas y suelen crecer sobre cercos enmallados (Hoyos, 2016).

Las zonas de producción de granadilla se ubican de 1000 a 3500 msnm, en las regiones de Ancash, Junín, Moquegua Puno y Huancavelica. Crece en valles interandinos, con temperaturas que van de 18 °C a 24 °C, cultivándose mayormente bajo lluvia. Existe un mercado con un enorme potencial para este tipo de frutas (refiriéndose al europeo y asiático) del cual se benefician países como Bolivia, Ecuador, Colombia y Brasil, por ser una fruta oriunda de los andes, debido a que su habitud natural es entre 2000 y 3200 msnm (Morales y Robayo, 2015).

Actualmente existen frutos con propiedades nutraceuticas que tienen muchos beneficios funcionales y nutricionales no conocidos por los productores y consumidores; tal es el caso de la granadilla colombiana, que al ser un fruto climatérico se requiere mayor conocimiento a la hora de la cosecha y conservación. Por esta razón la granadilla criolla como otras frutas que tienen alto contenido en vitamina C como maracuyá, naranjas y toronjas, son recomendables para consumirlos en la temporada verano, como parte de las dietas hipocalóricas (Lopez, 2000).

Asimismo, el especialista informó sobre el crecimiento de las exportaciones de granadilla y maracuyá -principalmente en jugos y concentrados, que se han visto impulsadas por una mayor demanda de EE. UU (220 %), Holanda (125 %), Chile (120 %) y Sudáfrica (100 %), pero que aún en volúmenes no es significativa, "existe un mercado interno insatisfecho que se debería aprovechar para incrementar el consumo de la fruta y luego pensar en potenciar las exportaciones (Morales y Robayo, 2015).

La granadilla pertenece a la familia *Passifloraceae* y su clasificación botánica:

Reino	:	Vegetal
División	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Passiflorales
Suborden	:	Flacourtineae
Familia	:	Passifloraceae
Género	:	Passiflora
Especie	:	<i>Passiflora ligularis</i> Juss



*Figura 1.* Frutos de granadilla en cultivo

Fuente: Morales y Robayo, (2015)

#### **1.1.1.1. Calidad orientada al producto y al consumidor**

Se distingue la "calidad orientada al producto" de la "calidad orientada al consumidor." En la definición anterior, que corresponde a una serie de atributos que se pueden medir con precisión para evaluar el efecto de las gestiones culturales, las selecciones de cultivares, las técnicas de manipulación, o tratamientos poscosecha. Por ejemplo, las peras pueden ser

consumidas firmes o blandos, dependiendo de la preferencia del consumidor. La Calidad de la fruta abarca varios puntos (Miller, 2007).

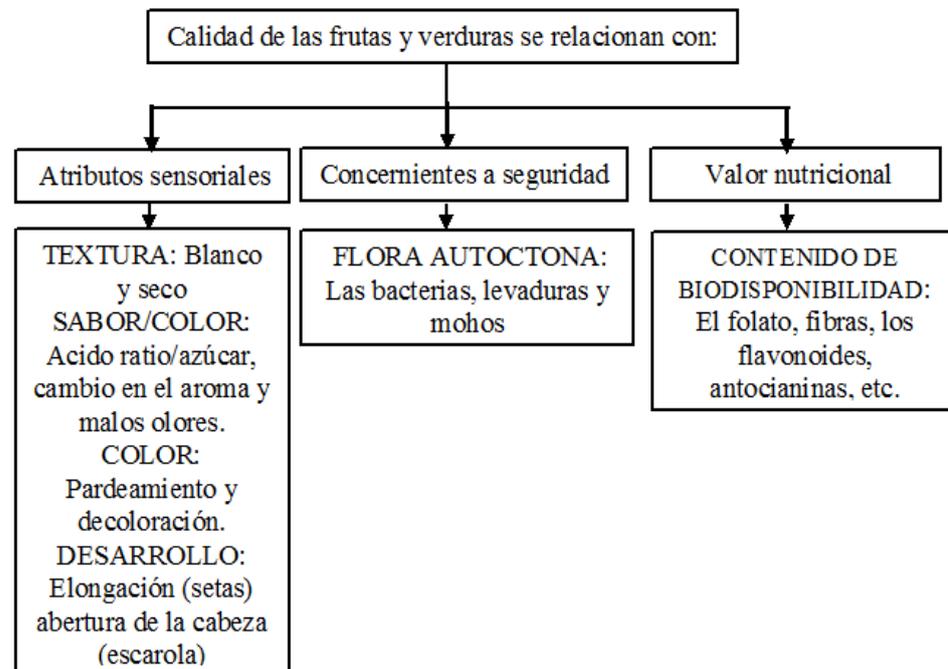


Figura 2. Calidad de frutas, según atributos

Fuente: Miller (2007)

#### 1.1.1.2. Calidad fisiológica

Los cambios poscosecha de los productos hortícolas están asociados a cambios en su fisiología, tales como modificaciones en los patrones de respiración, de transpiración de etileno, entre otros. Uno de los aspectos fisiológicos más importantes a considerar es la madurez o grado de desarrollo del producto al momento de realizar la cosecha. Esta característica tiene un profundo impacto en la calidad y extensión de la vida útil del producto y afecta el modo en que los productos son manejados, transportados y comercializados (Reide, 2002).

#### 1.1.1.3. Cosecha y poscosecha de frutos de granadilla biotipo colombiana

Existen diferentes metodologías para la cosecha de la fruta de granadilla. Algunos productores usan tijeras mientras que otros usan solo las manos. La recolección se realiza a lo largo del día después de que el rocío de la mañana

ha desaparecido. Además, las tecnologías de poscosecha, mediante modernos sistemas de conservación, permiten mantener el estado del producto cosechado por largos períodos de tiempo. Para hacer más lento el proceso de deterioro de las frutas se utiliza refrigeración y sistemas de atmósfera controlada (Escobar, 2012).

#### **1.1.1.4. Calidad organoléptica**

La calidad organoléptica de las frutas está relacionada estrechamente con su composición. Así, el contenido de pigmentos, de compuestos azucarados, amargos y sulfurosos también de compuestos volátiles determinan el aroma, color y sabor, mientras que los contenidos de fibra, agua y almidón, contribuyen a la textura. La composición de la fruta se genera durante su crecimiento antes de la cosecha y va cambiando en la poscosecha. Por consiguiente, los factores de pre y poscosecha afectarán la formación y cambio respectivamente de las características sensoriales (Reide, 2002).

#### **1.1.1.5. Efecto de la temperatura**

Una fruta que está a una temperatura ambiente de 15°C con una HR de 90% transpirará más que si está a 5°C con la misma humedad relativa (90%). Se recomienda para el almacenamiento de productos vegetales una humedad relativa de 85-95%. Las altas temperaturas favorecen la evaporación de agua y las bajas temperaturas reducen la transpiración. Se ha observado que la aplicación de cubiertas cerosas reduce en buena medida la pérdida de peso por transpiración (Reide, 2002).

#### **1.1.1.6. Efecto de la humedad relativa (HR)**

Las condiciones de HR, pero con distinta temperatura pueden generar pérdidas de agua diferentes. Esto hace necesaria la utilización del concepto de déficit o diferencia de presión de vapor DPV, que es independiente de la temperatura y constituye la verdadera fuerza impulsora para la pérdida de agua del producto. El DPV es equivalente a la diferencia o gradiente de presión de vapor de agua entre el espacio interno (intercelular) del tejido y el ambiente que lo rodea (Escobar, 2012).

La presión de vapor del agua en la superficie del producto, lo que hace fluir el vapor de agua hacia el aire; entre más grande sea la diferencia entre las presiones del vapor, mayor será el flujo de agua. El efecto de la transpiración es consecuencia de un déficit de presión de vapor DPV, originada por una diferencia entre la presión del producto y la del aire que los rodea, la cual puede determinarse por la siguiente relación la temperatura y la humedad relativa entre (Hortog, 2004).

Los métodos que controlan la temperatura o acondicionando vapor de agua al ambiente. En relación cuando se eleva la HR del aire que rodea al producto se reduce la deficiencia de presión de vapor entre el producto y el aire. Es relativamente fácil incrementar la HR en 85% al 95% para almacenamiento. Los efectos físicos la pérdida de agua es proporcional la presión de vapor del ambiente, este genera la marchitez del fruto y en consecuencia la pérdida de calidad sensorial es constante en el fruto (Hortog, 2004).

El comportamiento de la transpiración a diferentes humedades relativas del tumbo Bailey, almacenadas a la temperatura de 20°C de almacenamiento. A la temperatura constante, a medida que la humedad relativa disminuye la transpiración se incrementa. El modelo representado de variación de pérdida de peso para una temperatura constante y humedad relativa variable en función del tiempo de almacenamiento. Además, el comportamiento de la transpiración a diferentes humedades relativas, almacenadas a la temperatura de 10°C de almacenamiento. A la temperatura constante, a medida que la humedad relativa disminuye la transpiración se incrementa (Huamaní, 2015).

En función de la calidad del producto, el conocimiento de las características físicas y las propiedades mecánicas juegan un papel indispensable para lograr una buena presentación y conservación, que permite definir el manejo más adecuado del producto durante los periodos de pre cosecha, cosecha y poscosecha. De igual manera, el conocimiento del comportamiento de estas propiedades ante el almacenamiento del producto en diferentes condiciones,

permiten establecer las mejores condiciones de conservación y de reducción de pérdidas de calidad de los mismos (Yirat *et al.*, 2009).

#### **1.1.1.7. Daños por desórdenes en el control de la humedad relativa**

Inadecuados porcentajes de humedad relativa durante el almacenamiento se reflejan con el agrietamiento o arrugamiento del fruto. El primer síntoma se genera cuando los porcentajes de humedad relativa son superiores al 95%, ocasionando con ello un incremento de tamaño de las células, debido a que incrementan la cantidad de agua en las mismas (Diezma y Ruiz, 2004).

Por el contrario, humedades relativas inferiores al 90% durante el almacenamiento inducen pérdidas de agua, las cuales ocasionan el arrugamiento progresivo del fruto (Diezma y Ruiz, 2004).

#### **1.1.1.8. Efecto de la respiración y maduración**

Las frutas son productos vivientes que obtienen durante la respiración los hidratos de carbono almacenados se descomponen en glucosa, que se oxida a CO<sub>2</sub>, agua y energía a través de varias etapas enzimáticas. Por lo tanto, el potencial de vida útil de frutas y verduras está estrechamente relacionado con su tasa de respiración, expresada como la cantidad de O<sub>2</sub> consumido (CO<sub>2</sub> liberado) por unidad de tiempo y por unidad de masa de los productos. Una relación hiperbólica ha sido demostrada para verduras (Cortez, 2015).

Desde el día de la instalación del experimento hasta el día 45, la diferencia promedio en °Brix fue de 2.58, diferenciándose de (Alarcón *et al.*, 2011) quien encontró una diferencia de 1° Brix en frutos de granadilla en un período de almacenamiento de 64 días a 7°C y de (Mohammed, 2003) que reportó, en frutas de la pasión, una disminución no mayor a 1.6 °Brix.

Por lo tanto, la reducción elevada de los sólidos solubles indica un proceso de fermentación activo. También, la respiración implica una pérdida de sustratos respiratorios, especialmente azúcares sencillos y ácidos orgánicos, por lo que produce tanto una modificación de la calidad como una pérdida de peso (Lamua, 2000).

La intensidad respiratoria elevada se debe principalmente al efecto del daño en la superficie de las frutas climatéricas sintetizan etileno al empezar a madurar, envejecer o cuando sufren algún tipo de daño. El etileno acelera los procesos de respiración de la fruta, reduciendo el tiempo de vida útil del fruto. Por lo tanto, el daño externo mostrado en la fruta de granadilla provocó un aumento de la producción de etileno el cual aceleró el proceso respiratorio acelerando también el consumo de sustratos respiratorios como azúcares simples (García, 2008).

Toda fruta fresca cosechada pierde agua como vapor desde los espacios intercelulares por transpiración. El límite para la aparición de signos de marchitamiento es entre 3 y 5% del peso, pudiendo perderse además aroma, sabor, firmeza, fragilidad y acelerarse la maduración. La fruta con mayor proporción superficie/volumen, la fruta chica pierde más agua que la grande de las mismas características en un cuerpo esférico. Los principales causantes de la pérdida de peso fresco en lo producto agrícola son los procesos de transpiración y respiración; así mismo, el déficit de presión de vapor de agua entre el fruto y el ambiente generan grandes pérdidas de agua lo cual se refleja en una reducción significativa del peso fresco; entre mayor sea el déficit mayor será la pérdida del peso fresco en el fruto (Botero, 2002 citado en Lancho *et al.*, 2007).

En la mayoría de las frutas son particularmente ricos en ácidos orgánicos que están usualmente disueltos en la vacuola de la célula, ya sea en forma libre o combinada como sales, ésteres, glucósidos, etc. Para reportar la acidez se considera el ácido orgánico más abundante en fruta y hortaliza. En el caso de la granadilla el ácido orgánico más abundante es el ácido ascórbico (Bosquez, 2004).

Los sólidos solubles totales son utilizados para cuantificar la cantidad de sólidos que están disueltos en el jugo de las frutas. Por lo tanto, al medir este parámetro no solamente se cuantifica sacarosa, sino también otros componentes como ácidos orgánicos, aminoácidos, componentes fenólicos y pectinas solubles (Angón *et al.*, 2006).

Las bajas temperaturas reducen el incremento o descenso de los ácidos orgánicos dependiendo de las características metabólicas de la especie y que en especies de clima tropical y subtropical la acumulación de ácidos orgánicos (málico, cítrico) se reduce al descender la temperatura. Esta investigación concuerda solo hasta los 30 días del período de almacenaje puesto que luego se observó un decaimiento (Lamua, 2000).

En cambio, (Arevalo *et al.*, 2004), (Bittencourt, 2003) y (Mohammed, 2003) reportaron una tendencia a decrecer en el porcentaje de acidez titulable a medida que aumentaba el tiempo de almacenaje.

Otro aspecto que puede estimular la caída del porcentaje de acidez titulable fue el daño externo ocasionado por la presencia del hongo. El daño estimula la producción de etileno, la respiración, la maduración y en general, el etileno estimula la respiración en frutas con reservas energéticas (Gil, 2012).

#### **1.1.1.9. Pérdidas potenciales en poscosecha**

Las pérdidas en calidad y cantidad entre la cosecha y el consumo pueden oscilar entre el 5% y el 25% en países desarrollados, y entre el 20% y el 50% en países en desarrollo, dependiendo del producto, la variedad y las condiciones de manejo. Para reducir estas pérdidas, se debe tener en cuenta que los factores biológicos y ambientales unidos a las desigualdades morfológicas (raíces, tallos, hojas, frutos, etc.) son los responsables de la senescencia de los productos hortofrutícolas en poscosecha; debido a que estos factores afectan directa e indirectamente en el metabolismo y respiración del producto, haciendo que pierda peso y calidad (Flórez *et al.*, 2012).

La fruta con mayor proporción superficie/volumen, la fruta chica pierde más agua que la grande de las mismas características en un cuerpo esférico. Los principales causantes de la pérdida de peso fresco en lo producto agrícola son los procesos de transpiración y respiración; así mismo, el déficit de presión de vapor de agua entre el fruto y el ambiente generan grandes pérdidas de agua lo cual se refleja en una reducción significativa del peso

fresco; entre mayor sea el déficit mayor será la pérdida del peso fresco en el fruto (Botero, 2002 citado en Lanchero *et al.*, 2007).

Las respuestas halladas indican una consistente pérdida de peso conforme aumenta el tiempo en el período de almacenaje de los frutos. Esto corresponde a respuestas halladas también por diversos autores en frutos de granadilla, quienes reportaron un mayor porcentaje de pérdida de peso fresco a medida que aumentaba el tiempo de almacenaje y la temperatura de almacenamiento. La pérdida de agua de productos hortofrutícolas es importante porque repercute en su valor comercial, pues no solo perjudica seriamente su apariencia, sino que incluso, puede provocar una disminución tal en el peso que puede rebasar el límite establecido con el riesgo de incurrir en fraudes (Noblecilla, 2017).

Que las frutas climatéricas sintetizan etileno al empezar a madurar, envejecer o cuando sufren algún tipo de daño. El etileno acelera los procesos de respiración de la fruta, reduciendo el tiempo de vida útil del fruto. Por lo tanto, el daño externo mostrado en la fruta de granadilla provocó un aumento de la producción de etileno el cual aceleró el proceso respiratorio acelerando también el consumo de sustratos respiratorios como azúcares sencillos (García, 2008).

Por ser una fruta altamente perecedera, el tumbo después de ser desprendida de la planta sufre pérdidas de peso y deterioro significativos en la cadena de comercialización y reducción de su vida útil por efecto del acelerado proceso de maduración, desmejorando su apariencia y calidad. Las pérdidas aumentan debido al manejo inadecuado que recibe el producto, lo que conlleva la búsqueda de alternativas que permitan aumentar el tiempo de vida útil y la calidad de preservación de los frutos (Martínez *et al.*, 2020).

#### **1.1.1.10. Tratamientos y técnicas poscosecha**

En el mercado se pueden aplicarse ciertos tratamientos a cultivos específicos durante su manejo en la estación de empaque, o en una etapa posterior. Estos tratamientos son suplementarios al uso de la temperatura y vale enfatizar que ninguno de ellos puede sustituir la utilización, de temperaturas y

humedad relativamente óptima para prolongar la vida útil de almacenamiento más allá de lo que sería posible cuando solamente se utiliza el control de la temperatura y la humedad relativa (Arias y Toledo, 2007).

### **1.1.2. Conservación poscosecha de granadillas**

En la actualidad existen similares tecnologías de conservación de la granadilla, tales como atmosfera modificada, por congelación y películas films, esta para predecir la vida útil de un producto es necesario en primer lugar identificar y/o seleccionar la variable cuyo cambio es el que primero identifica el consumidor como una baja en la calidad del producto. Sin embargo, para mantener o mejorar las características originales del producto alargando su vida útil sin que se pierdan las características sensoriales y nutricionales, asegurando además la estabilidad microbiológica las más usadas son desinfectantes, atmosferas modificadas, el empleo de agentes antioxidantes, la aplicación de compuestos antimicrobianos y más recientemente el empleo de películas comestibles (Sucapuca, 2013).

#### **1.1.2.1. Tipos de conservación de la granadilla**

El propósito de la conservación de los alimentos es preservar el alimento y evitar el desarrollo de microorganismos (bacterias, levadura y mohos). Para evitar que el alimento se deteriore durante su almacenamiento. Las técnicas que se practican hoy en la preservación de los alimentos tienen diferentes grados de complicación, desde los antiguos métodos de secado solar (frutas), hasta la y la deshidratación por refrigeración y congelación. Pero antes de aplicar cualquier método de conservación de un alimento se deben aplicar operaciones preliminares de las frutas y hortalizas o en cualquier producto que se va a utilizar, como por ejemplo, selección, lavado y conservación (Sucapuca, 2013). A continuación se describe el método que frecuentemente que se utiliza en la industria de la granadilla.

### 1.1.3. Recubrimientos comestibles

En los tipos de conservación de la granadilla se explica que es una capa delgada que se forma directamente sobre la superficie de las frutas como una envoltura protectora, estos se elaboran a partir de una gran variedad de proteínas, polisacáridos y lípidos, ya sea como componentes únicos o combinados.

La preparación del recubrimiento comestible en las proporciones estudiadas de concentrado de proteína de suero y cera de abeja se indican en el diseño experimental. Como plastificante se utilizó glicerol en concentración de 10% en base acuosa, emulsificante se utilizó Tween 80 en una concentración de 8% en base a la cera comercial de la formulación, como estabilizante y espesante en la formulación se utilizó Carboximetilcelulosa (CMC) en una concentración del 0,5% en base acuosa (Tosne *et al.*, 2014).

Para algunos mercados es práctica normal aplicar recubrimientos superficiales, especialmente ceras a ciertas frutas y hortalizas (ejemplo: pepinos, tomates, pimentón, manzanas, cítricos, piña y otros) para reducir la marchitez, el arrugamiento y para mejorar la apariencia ya que dan lustre a la superficie. Los materiales usados incluyen compuestos a base de petróleo, pero principalmente se usan aceites y ceras vegetales en diversas combinaciones. La cantidad de cera aplicada es generalmente muy pequeña y está destinada principalmente a servir como sustituto de la propia cera natural del producto que puede haber sido removida durante el lavado y limpieza. Algunos mercados exigen un tratamiento con cera como parte de su procedimiento normal de mercadeo, porque el consumidor se ha acostumbrado al producto brillante (Arias y Toledo, 2007).

La eliminación de grumos se realizó con un homogeneizador análogo D160 (velocidad 6); luego se adiciono las cantidades establecidas de cera de abeja y CMC, a una temperatura de 80°C hasta la fundición de la cera y formación de una capa lipídica en la parte superior. Las frutas, en especial los frutos cítricos, las manzanas y las frutas tropicales necesitan tras su recolección y durante el período de comercialización, recubrimientos a base de ceras para retrasar su senescencia, reducir las pérdidas de peso, controlar el arrugamiento, incrementar el período de comercialización y mejorar su aspecto aportándoles brillo (Quintero *et al.*, 2010).

La ventaja el uso de las ceras se ha desarrollado para mejorar los atributos en las frutas, controlando el efecto de los microorganismos causantes del deterioro. En consecuencia, se ve mejorada la apariencia del fruto como es el color, brillo, entre otros factores, disminuyendo la incidencia de microorganismos durante la etapa de almacenamiento (Parra, 2013). Además actúan como películas protectoras manteniendo la firmeza de la pulpa por un período más largo de tiempo (Alves y Geraldo, 2013).

Para la gulupa, temperaturas entre 4 y 5°C prolongan la vida útil del fruto hasta en un 50%, respecto a frutos que no son conservados en refrigeración. Similares condiciones se pueden aplicar en la conservación del fruto de granadilla en refrigeración, la que se comporta bien a 6-7°C, alcanzándose hasta 20 días de conservación; por el contrario, en temperaturas de maduración a 18°C, el máximo climatérico de respiración se aumenta en un 50% y el tiempo de conservación se reduce en la misma proporción (Bernal, 2011).

Los biopolímeros utilizados para los recubrimientos de frutas, al ser sometidos deben ser inocuos evitando causar riesgos a la salud del consumidor. Las soluciones formadoras de recubrimientos comestibles pueden incluir polisacáridos, compuestos de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos, la última permite aprovechar las propiedades de cada compuesto y la sinergia entre ellos, dependiendo de las sustancias que los forman, los recubrimientos comestibles presentan ciertas propiedades mecánicas y de barrera al H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> (Quintero *et al.*, 2010).

Los polisacáridos derivados de células (metilcelulosa Mc, hidroximetil celulosa HMC, hidroxipropil metilcelulosa HPMC y carboxilmetilcelulosa CMC), pectinas, derivados de almidón, alginatos, carragenina, quitosano y gomas, son capaces de constituir una matriz estructural, permitiendo obtener recubrimientos comestibles transparentes y homogéneos, sin embargo, están limitados por su solubilidad en agua y pobre barrera a la humedad y propiedades mecánicas moderadas. Para mejorar sus propiedades mecánicas se utilizan mezclas con diferentes biopolímeros (Chambi y Grosso, 2011).

A partir de almidones ricos en amilasa se forman recubrimientos con propiedades mecánicas adecuadas, sin embargo, debido al proceso de retrogradación puede ser afectada esta propiedad. Las gomas son polisacáridos de alto peso molecular, poseen propiedades coloidales, se dispersan en agua fría o caliente produciendo soluciones o mezclas con alta viscosidad. El alginato obtenido de algas marinas, tiene la capacidad de formar geles y soluciones viscosas a partir de las cuales se forman recubrimientos bastante frágiles con poca resistencia al agua (Campos *et al.*, 2011).

Las carrageninas son polisacáridos naturales presentes en algas rojas, forman coloidales viscosos o geles en medios acuosos por lo que han sido estudiadas en el área de alimentos como recubrimientos comestibles mezclándolas con compuestos que inhiben el pardeamiento enzimático, presentando una barrera semipermeable contra el aire para controlar la tasa de respiración inicial en frutas mínimamente procesadas (Lee *et al.*, 2003).

#### **1.1.4. Composición química de los recubrimientos comestibles**

Los recubrimientos comestibles se clasifican de acuerdo con el tipo de material del que se proceden. Cada recubrimiento comestible químicamente tiene sus propiedades inherentes, ventajas y limitaciones para su uso como recubrimientos (Díaz, 2015).

##### **a) Recubrimientos a base de polisacáridos**

En actualidad los polisacáridos son macromoléculas formadas por la unión de una gran cantidad de monosacáridos. Se encuentran entre los glúcidos, y cumplen funciones diversas, sobre todo de reservas energéticas y estructurales.

Son biopolímeros poseen una cadena alargada formada por unidades iterativas o repetitivas de monosacáridos o disacáridos unidas por enlaces glucosídicos. Generalmente presentan un bajo costo y están ampliamente disponibles. Los biopolímeros pueden ser aplicados en el diseño y elaboración de recubrimientos o películas comestibles para sustituir los envases de plástico.(Lee *et al.*, 2003).

- Almidones
- Celulosa y sus derivados
- Polisacáridos aniónicos
- Quitosano

#### **b) Recubrimientos a base de proteínas**

Los recubrimientos comestibles a base de proteínas vegetales son una alternativa en la conservación de frutas y hortalizas.

Las proteínas son polímeros lineales están constituidos a partir de hasta veinte monómeros diferentes. Las películas o recubrimientos a base de proteínas presentan como mecanismo principal, implica la desnaturalización de la misma proteína iniciada cuando está sometida a calor, variación en el pH o disolventes, seguido por la agrupación de cadenas de péptidos por medio de nuevas interacciones intermoleculares.(Morales y Melgarejo, 2010).

#### **c) Recubrimientos lipídicos**

El contenido de humedad de cada uno de los tratamientos en los recubrimientos lipídicos la parafina mostró una fluctuación muy acertada. Entonces los lípidos no son biopolímeros a diferencia de otras macromoléculas, ya que no pueden formar recubrimientos o películas de carácter cohesivo y autoportantes. Por lo tanto, para proporcionar una barrera de vapor de agua se usa o se incorporan biopolímeros, para formar películas compuestas gracias a su baja polaridad (Puga, 2021).

Dentro de la clasificación de los lípidos, los ácidos grasos insaturados son menos eficaces para controlar la transferencia de humedad en comparación con los ácidos grasos saturados debido que presentan mayor polaridad. Sin embargo, Solano *et al.* (2018) observaron, que los recubrimientos que fueron más eficientes para reducir en la desecación de naranjas fueron aquellas que contenían ácido esteárico o palmítico a diferencia que aquellos con ácido oleico.

#### 1.1.4.1. Recubrimiento comercial

Es un recubrimiento comercial Seal Brite Lustre DRY DS es una emulsión concentrada de resina sólida, translúcida, pardusca o amarillenta que también contiene ácidos grasos vegetales, hidróxido de amonio, proteínas vegetales, polietilenglicol, etanol y antiespumante siliconado de grado alimenticio, formulada especialmente para recubrir frutos cítricos orientados al mercado local, incluyendo todas las variedades de limones, naranjas, mandarinas, clementinas y pomelos que proporciona.

- Excelente control de deshidratado, especial para comercialización de frutas sin cámara de refrigeración.
- Especialmente indica para el tratamiento de frutos de mercado local, donde se requiere obtener el máximo brillo en un almacenamiento menos prolongado (Fortiz *et al.*, 2011).

El uso de los recubrimientos comestibles biopolímeros es una tecnología que está ganando importancia para prolongar la vida útil de las frutas frescas, debido a que actúan como una barrera contra la humedad. La pérdida de humedad de las frutas, disminuye su firmeza y su peso provocando cambios en el sabor y la apariencia. Además, presentan permeabilidad a gases, en fruta almacenada disminuye su respiración, evita pérdida de compuestos volátiles y retarda la oxidación enzimática. El propósito de esta revisión es presentar avances que se tienen en los últimos años de recubrimientos comestibles aplicados en frutas, así como biopolímeros utilizados en su formulación (García, 2008).

#### 1.1.4.2. Aloe vera (penca de sábila) como recubrimiento

El aloe vera es un producto antioxidante, tiene colágeno, su comportamiento es elasticidad. Por consiguiente el gel extraído de la pulpa de *Aloe barbadensis* Miller ha recibido un especial interés por la capacidad de actuar como recubrimiento (B. C. F. Venegas, 2017), su actividad antioxidante como respuesta a la presencia de compuestos de naturaleza fenólica (Lee *et al.*, 2003), y el hecho de que genera entre 4 y 2 reducciones logarítmicas en

el crecimiento del micelio de mohos tales como *Penicillium digitatum*, *Botrytis cinerea* y *Alternaria alternata* a concentraciones del gel a 250 ml/L (Castillo *et al.*, 2010).

#### **1.1.4.3. Cera de carnauba**

La cera de carnauba o carnauba es un tipo de cera que se obtiene de las hojas de la palma copernicia prunifera, que esta cera se conoce también como la "reina de las ceras", por sus características e infinidad de aplicaciones. La cera de carnauba es reconocida por sus propiedades de brillo. Combina dureza con resistencia al desgaste. Su punto de fusión es de 78 a 85°C, el más alto entre las ceras naturales (Loor *et al.*, 2016).

#### **1.1.4.4. Glicerol**

El glicerol es un plastificante en la formulación y luego desarrolla como un recubrimiento mezclando hidroxipropil metilcelulosa con glicerol y ácido esteárico para aplicarlo en frutos de mandarina. La pérdida de humedad de las mandarinas cubiertas y almacenadas a 20°C, disminuyó significativamente a medida que la cantidad de lípidos aumentó. Los resultados mostraron que el recubrimiento con mayor cantidad de lípidos (60%) disminuyó hasta en un 47% la pérdida de humedad (Flórez *et al.*, 2012).

#### **1.1.4.5. Tween**

El Tween 80 o también conocido como Polisorbato 80 es un líquido de color amarillo y aceitoso tensoactivo no iónico derivado de ésteres de sorbitán. Esta sustancia se ha utilizado durante mucho tiempo en diferentes industrias alimentarias, efectuado como una mezcla con otros insumos.

Su descripción es éster oleico de sorbitol y sus anhídridos. Líquido viscoso color ámbar muy soluble en agua. Soluble en alcohol, aceites vegetales, acetato de etilo, metanol, tolueno. Insoluble en aceites minerales, sus sinónimos son polisorbato 80. Su uso es en calidad propuesta única de ventas, es usada como agente emulsificante y dispersante en productos designados para uso interno. Como antiespumante y emulsificante en

alimentos como el Tween es decir, por ejemplo, si combinamos 70 partes de polisorbato ósea Tween 80 (Chamorro, 2014).

### **1.1.5. Propiedades fisicoquímicas de la granadilla**

#### **1.1.5.1. Sólidos solubles**

Sólidos solubles es una medida de la cantidad de sólidos disueltos que hay en un líquido que se obtiene a través de la gravedad específica de una fruta y se usa sobre todo para medir azúcar disuelta. Un grado Brix es un gramo de sacarosa en 100 gramos de solución.

Las frutas y hortalizas contienen sólidos solubles, entre los cuales están los ácidos orgánicos, los aminoácidos, la sacarosa y otros tipos de azúcares, por lo que es más frecuente determinar su contenido total en porcentaje. Se puede disponer de un refractómetro manual, que funciona por el principio de prismas ópticos inclinados, otros factores y una escala para la lectura directa de los grados °Brix (Chamorro, 2014).

El contenido de sólidos solubles totales está constituido por 80 a 95% de azúcares; la medida de °Brix se encuentra asociada con los azúcares disueltos en el jugo celular; el aumento de azúcares es producto de la hidrólisis del almidón y/o la síntesis de la sacarosa, así como de la oxidación de ácido consumido en la respiración (Lanchero *et al.*, 2007).

En las frutas el sabor se expresa normalmente en términos de la combinación de principios dulces y ácidos, lo que es un indicador de la madurez y de la calidad gustativa. El contenido de los sólidos solubles es una buena estimación de la cantidad de azúcares totales y muchos frutos deben tener un contenido mínimo de sólidos para ser cosechados. Los ácidos orgánicos (crítico, málico, oxálico, tartárico) son el otro importante componente del sabor y tiende a disminuir a medida que el fruto madura por la relación con los sólidos solubles y es por esto que empieza a aumentar (Ceballos, 2010).

### **1.1.5.2. pH**

El pH es una medida cuantitativa de la acidez o la basicidad (también llamada alcalinidad) de una disolución, que se usa para simplificar expresiones complejas de la concentración de iones de potencial hidrógeno que se encuentra en las frutas, a la vez se puede observar en la Tabla 1.

Sigla de potencial Hidrógeno. Es el símbolo de la concentración de iones hidrogeno, un factor que controla la regulación de muchas reacciones químicas, bioquímicas y microbiológicas. Expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución en moles /litro. También se lo define como el logaritmo negativo de la concentración iónica, el pH es una escala logarítmica y no lineal y por tanto un pH 3 es 10 veces más ácido que un pH 4. Entre 0 y 7 la disolución es ácida, en un valor de 7 es neutra y en adelante hasta 14, es básica o alcalina (Rahman, 2002).

### **1.1.5.3. Acidez titulable**

Los valores de acidez titulable se puede demostrar en la Tabla 1, general, se produce un aumento en la acidez de la pulpa en las fases iniciales del crecimiento del fruto, la concentración de azúcares totales, reductores y no reductores, es baja. Cuando la maduración progresa, los azúcares totales aumentan rápidamente con la aparición de glucosa y fructosa (Rahman, 2002).

### **1.1.5.4. Firmeza de la fruta**

La firmeza es un atributo de la textura de las frutas y vegetales que está relacionada con el punto de cosecha, la calidad para su comercialización y el procesamiento. Este atributo está ligado con los cambios físico-químicos y estructurales del material biológico de acuerdo al manejo en la poscosecha.

Este parámetro es utilizado para evaluar el grado de suavidad, dureza y deshidratación que presentan las frutas, basándose en la presión que se necesita para insertar un punzón de tamaño específico sobre la pulpa de la fruta, a una profundidad determinada. Las frutas continúan respirando y

consumiendo energía una vez que son cosechadas en el campo, al aumentar su tasa respiratoria y producción de etileno, en la respuesta bioquímica a dichas actividades fisiológicas, se degradan ciertos péptidos en la pared primaria y lámina media de las células, que, junto a la degradación de otros carbohidratos estructurales, tales como la hemicelulosa y celulosa, ocasionan la pérdida de firmeza en las frutas (Balaguera y Herrera, 2012).

La firmeza está relacionada con los diferentes estados durante el proceso de maduración, por lo tanto, la firmeza de la fruta es considerada como un buen indicativo de la madurez. La firmeza depende del estado de la fruta en el momento de recolección, de la temperatura y forma de almacenamiento y puede relacionarse con el color externo (Balaguera y Herrera, 2012).

La pared celular de la fruta va cambiando la textura de ésta, haciéndola cada vez más blanda a medida que madura. El proceso de maduración va acompañado de un ablandamiento de los tejidos generados por la degradación de carbohidratos especialmente de pectina y celulosa, que debilitan la pared celular (Gallo, 1996).

La determinación de la firmeza se realizó con un penetrómetro digital referencia PCE-PIR 200, con un margen de error de 0,05, donde se basa en la presión necesaria para insertar un puntal de tamaño específico en la pulpa de la fruta a una profundidad dada (Poveda, 2015).

#### **1.1.5.5. Índice de madurez**

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

Un índice de madurez es cualquier cambio de aspecto visual, fisiológico o bioquímico relacionado con la maduración de la fruta que pueda ser fácilmente detectado y cuantificado para establecer normas (Gil, 2003).

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

En condiciones de producción en Colombia encontraron que algunos de los parámetros fisicoquímicos a tener en cuenta para la cosecha de la granadilla y de la gulupa se resume los parámetros fisicoquímicos evaluados en frutos de granadilla y gulupa cosechados en grados de madurez comercial (Fonseca y Barrera, 2006).

Tabla 1

*Parámetros fisicoquímicos evaluados en frutos de Granadilla y Gulupa*

Análisis químico	Granadilla	Gulupa
pH	4.64	3.13
Sólidos solubles (°Brix)	16.00	16.50
Acidez titulable (como ácido cítrico)	0.47	3.90
Relación °Brix/acidez titulable	0.34	4.20

Fuente: Fonseca y Barrera, (2006)

#### **1.1.5.6. Pérdida de peso durante el almacenamiento**

El comportamiento poscosecha de frutos de granadilla almacenados en frío y en diferentes períodos de conservación de alimentos mediante recubrimiento comestibles. Para ello se utilizaron cubiertas plásticas del tipo film en PVC. Los frutos se almacenaron a una temperatura de 10°C y humedad relativa de 85-90% por períodos de 15, 30 y 45 días. Las evaluaciones se hicieron a la salida del almacenamiento y 5 días después de culminado el período de almacenaje. El diseño estadístico utilizado fue el de completamente al azar con arreglo factorial de 3 tipos de coberturas y 3 períodos de almacenaje (Noblecilla, 2017).

Los resultados obtenidos se compararon mediante la prueba de Tukey a un nivel de significación del 5%, indica que el mayor promedio de pérdida de peso se dio a los 45 días (4.6g), la pérdida de peso a los 15 y 30 días fue similar estadísticamente (1.06 g y 2.63 g respectivamente). Así mismo, para la cobertura tipo film no existieron diferencias estadísticas en los períodos de 15 y 30 días, pero sí a los 45 días, siendo la pérdida de peso era mayor (Noblecilla, 2017).

La pérdida de peso de la granadilla, causada en mayor porcentaje por la transpiración del producto está asociada con la humedad del ambiente de almacenamiento mostrando una mayor pérdida 52% del peso inicial, a la menor humedad relativa y mayor temperatura, comparada con un 32% a la temperatura de 5°C y 86% de humedad relativa; esta pérdida fue casi lineal en los dos casos, los sólidos solubles y el pH permanecen prácticamente constantes durante toda la etapa de almacenamiento poscosecha, sin mostrar mucha influencia de la temperatura sobre ellos. En la acidez la granadilla sólo presentó una muy ligera disminución en la fruta refrigerada hacia el día 17, coincidente con el inicio del ablandamiento (EDANE, 2016).

Del estudio del manejo poscosecha de la Granadilla, el ácido cítrico se degrada durante el proceso de respiración de la fruta causando un cambio en el sabor; como consecuencia el pH durante la maduración de la fruta aumenta de 4.65 a 4.67, los sólidos solubles de la granadilla aumentan, hasta llegar a su estado de madurez de consumo (día 20) desde 13.2 a 15.2 °Bríx, debido a la síntesis de azúcares y almidón que ocurren durante el desarrollo fisiológico de la fruta y con las operaciones de beneficio poscosecha de la granadilla: recepción, selección, lavado, desinfectado, escurrido, secado, empacado y almacenamiento; se aumentó el tiempo de vida útil del fruto, de 12 a 26 días, con la aplicación de la temperatura de refrigeración 8 °C y H.R. 73% (Córdova, 2017).

La aplicación de dos métodos (encerado o inmersión en cloruro de calcio) para la conservación poscosecha del aguaymanto sin cáliz, con respecto a la “pérdida de peso”, donde se tuvo al método “inmersión” con un promedio de 11.50% de pérdida de peso, seguido del “encerado” con 10.62% y

finalmente el testigo con 7.40%, los métodos empleados no influyeron sobre la firmeza, es decir los valores promedio de firmeza fueron similares tanto para los métodos aplicados como para el testigo, en el fruto del aguaymanto almacenado durante cinco semanas, en los tres casos (inmersión, testigo y encerado) aumentó a medida que avanzó el tiempo de almacenamiento (Miller, 2007).

Estadísticamente similar al promedio 4.14 de pH del método “encerado”, seguido del método “inmersión” con un promedio de 4.08 de pH donde destacó el método “inmersión” con un promedio de 1.98% el cual es estadísticamente similar al método “encerado” que tuvo un promedio de 1.92% los cuales a su vez superaron al testigo que obtuvo 1.83% de promedio (Pauro, 2016).

Estos resultados indican que el método “inmersión” es el que conservó mejor la cantidad de ácidos presentes en el fruto, seguido del método “encerado” y que el fruto sin tratamiento perdió más acidez, en esta parte se puede decir que la aplicación de los métodos logró disminuir la pérdida de acidez según la prueba de significancia Tukey destacó con más pérdida de peso promedio la temperatura ambiente (TA) con 11.63%, mientras que la temperatura de refrigeración obtuvo un promedio de 8.05% las dos temperaturas afectaron de manera diferente la firmeza del fruto estudiado, ya que en la prueba Tukey destaca la temperatura de refrigeración con un promedio de 1.84 lb-f sobre la temperatura ambiente que tuvo 1.70 lb-f de firmeza (Lanchero *et al.*, 2007).

Para saber si este resultado se mantuvo durante todo el almacenamiento, se hizo un diseño completamente al azar (DCA) para cada semana de evaluación cuyas medias de su prueba de significancia Tukey se observa que para el factor temperaturas (T) no existe diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que la temperatura de almacenamiento no influyó en la evolución de sólidos solubles totales (SST) del fruto estudiado lo cual indica que la temperatura de almacenamiento afectó los valores de pH, al realizar la prueba de significancia Tukey destacó con mayor valor de pH la temperatura ambiente, destacando la temperatura de refrigeración

(TR) con un promedio de 1.95%, mientras que a temperatura ambiente (TA) el promedio fue de 1.86%, lo cual nos indicaría que a temperatura refrigerada se conservó mejor el porcentaje de acidez titulable (Pauro, 2016).

## 1.2. Antecedentes

Fornaris (2007), menciona que estudia, poscosecha y comercialización de las Pasifloraceas en Colombia, maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Los frutos de granadilla ya son comercializables en los mercados, pero sin considerar los aspectos de conservación, consecuentemente el deterioro y pérdidas económicas, a nivel local en cuanto a su producción y comercialización en los mercados locales de la región es muy inestable. En el país, existen pocos estudios sobre el valor nutricional y los compuestos bioactivos de la granadilla criolla.

Quispe y Hanco (2020), ha investigado la elaboración de un recubrimiento comestible y su comparación con recubrimiento comercial aplicado en naranja (*Citrus sinensis*) Valencia. En la evaluación de los recubrimientos comestible elaborado y su comparación con recubrimiento comercial aplicado en naranja (*Citrus sinensis*). Se afirma que el incremento gradualmente de densidad en el recubrimiento comestible se debe a la presencia de glicerina, el cual aumenta el carácter hidrofílico de los recubrimientos, lo que hace que sean más susceptibles a hidratarse y ganar peso.

Pauro (2016), estudio Aplicación de dos métodos (encerado o inmersión en cloruro de calcio) para la conservación poscosecha del aguaymanto sin cáliz. le muestra el efecto de los métodos de conservación sobre la pérdida de peso en los aguaymantos almacenados durante cinco semanas, donde se observó que los métodos empleados dan como resultado diferencias estadísticas altamente significativas durante todo su almacenamiento, lo cual indica que los métodos afectaron el porcentaje de pérdida de peso, pero si observa las pruebas de significancia Tukey, esto resultados no esperados ya que los métodos empleados afectaron de manera negativa al fruto estudiado porque aceleraron su respiración y en consecuencia la pérdida de peso.

Saborio (2000), estudiaron el efecto del calcio en aplicaciones precosecha y poscosecha sobre la severidad de antracnosis y la calidad de frutos de manzana. La manzana que fueron sometidas a tres tratamientos en poscosecha: inmersiones por cinco minutos con 0%, 1% y 4% de cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), y otros factores, se evaluaron Grados Brix y pH. En cuanto a pH el tratamiento de 4%  $\text{CaCl}_2$  presentó reducciones con respecto a los demás tratamientos y para Grados Brix solamente se presentaron diferencias de disminución con respecto al 1%  $\text{CaCl}_2$ , por lo que el aumento de concentraciones de calcio de 1% a 4% pudo haber tenido un efecto de retraso en la maduración interna de las frutas.

Pérez (2007) citado en García (2008), en su investigación estudiaron recubrimiento comestible natural como base en Aloe vera como estrategia de conservación de guajava.

Cortes (2003), estudiaron en avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva en Colombia. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. La uchuva colombiana continúa siendo un fruto promisorio exportable. En los últimos cinco años el área cultivada aumento significativamente, de 221 ha en 1999 a 534 ha en 2003. El departamento de Cundinamarca es el principal productor, con rendimientos promedio de 19 ha. A partir de 2003 los cultivos de uchuva han mejorado por cuanto Colombia, para ingresar al mercado de Europa a través de la certificación europea, se ha visto forzado a cumplir con las exigencias de los comercializadores europeos, manejando as Buenas Prácticas Agrícolas.

Muñoz *et al.* (2011) estudiaron en sus investigaciones el Efecto de la Temperatura sobre la Maduración Complementaria en curuba (*Passiflora mollissima* Bailey), como extracto acuoso de curuba, son ricos en polifenoles especialmente taninos, flavonoides y ácidos fenólicos. Además, poseen una alta capacidad más alta que la mayoría de frutas y verduras estudiadas. Se ha evaluado el comportamiento fisiológico y fisicoquímico de frutos de curuba encerados y almacenados a dos temperaturas de 5°C y 10°C.

A su vez Cadena (2013), en su investigación indica que por sus características generales de la granadilla de forma. Es como una baya redonda u ovoide, siendo una de las de mayor tamaño. El grosor de la piel depende de la variedad. En la granadilla dulce, la cáscara es lisa, dura y acolchada para proteger a la pulpa y su forma es oval, con un extremo acabado en punta.

Según Ortiz (2011), consumir la granadilla es muy beneficioso ya que aporta al organismo 85 g de agua, 0.8 de proteínas 0.2 gr de fibra, 50 calorías, grasa, carbohidratos, calcio, fosforo, hierro, Potasio, vitamina A, tiamina, rivo flavina y niacina.

Además Rivera *et al.* (2002), la granadilla pertenece a la familia Passifloraceae que reúne gran cantidad de especies que se encuentran distribuidas desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a 2000 msnm. Se caracteriza por la gran cantidad de forma de hojas, flores preciosas y otras características peculiares de cada especie como son: color de flores, tamaño, forma y aroma que producen.

La granadilla se comporta muy bien a temperaturas que oscilen entre 14 y 24 °C con un óptimo entre 16 y 18°C; las temperaturas inferiores 18 al óptimo conllevan una mayor duración de la planta pero con crecimiento lento y baja producción (Fischer, 2010).

(Venegas, 2005), en su investigación concluye que, en el peso de los frutos de manzana (*Malus domestica*) fue posible detectar diferencias estadísticas, a favor de aquella que recibió aplicaciones de Vitalem Forte mientras que Crop+, Promalina y el testigo fueron estadísticamente iguales.

Por otro lado Villamizar *et al.* (1992) en su estudio muestra que, para contrarrestar estas pérdidas poscosecha, se hace necesario un programa integral que incentive la conservación, permitiendo un aprovechamiento de los excedentes de producción en los periodos de cosecha, además de regular los precios en el mercado. La granadilla como fruta para estudio, fue escogida por ser ésta una de las frutas que ha iniciado su proceso de tecnificación desde el cultivo, iniciando operaciones de exportación, pero de la cual se desconocen sus características, que permitan hacer un adecuado manejo poscosecha.

La importancia de conservar la calidad e inocuidad de la fruta permite contribuir a reducir las pérdidas poscosecha y asegurar la venta de productos, sin embargo, existen limitaciones en el desarrollo de estos procesos. El presente estudio tiene como finalidad contribuir al desarrollo socioeconómico de los productores a través del mejoramiento de técnicas para el manejo poscosecha de la granadilla en la parroquia Yangana (Puga, 2021).

La conservación de alimentos es un conjunto de procesos encargados de prolongar la vida útil de los mismos, evitando la proliferación de microorganismos patógenos responsables de su deterioro y disminuyendo las reacciones de degradación producidos por enzimas y otros agentes bioquímicos (Alzamora *et al.*, 2004).

Dentro de las técnicas más utilizadas para la conservación de frutas encontramos la refrigeración, el uso de atmósferas controladas, uso de absorbentes de etileno y aplicación exógena de fitorreguladores (Cáceres *et al.*, 2017).

Asimismo Espinoza y Mejía (2016), en su investigación menciona que la agricultura moderna tiende a un aumento de la producción agrícola, mediante la aplicación de tecnología que permita aumentar la oferta de productos perecederos frescos, pero sólo hasta hace relativamente poco se ha comprendido que es necesario y urgente conservar la calidad de los productos obtenidos ya que esto disminuye las grandes pérdidas que se producen, desde el campo, durante el manejo post cosecha.

Daños por el frío: el daño por el frío es un desorden físico inducido por temperaturas bajas pero superiores al punto de congelación, que afectan a los productos susceptibles a estas lesiones (Barreiro y Saldoval, 2006).

En su estudio López (2003), señala que el manejo de cosecha y post cosecha de los frutales en su mayoría se realiza de manera manual y consiste en recoger los frutos desde el árbol, con la ayuda de escaleras o pisos para los frutos que estén a mayor altura. La cosecha debe ser muy cuidadosa en algunos frutales debido a que existen frutos muy sensibles a la fricción, que produce un daño visible.

Los cambios bioquímicos - Sólidos solubles totales consiste en la medición que realiza el refractómetro en relación a la cantidad de elementos solubles presentes en una muestra como: azúcares, ácidos orgánicos, vitaminas y pigmentos los cuales tienen alta relación con el sabor dulce del fruto (Vásquez *et al.*, 2016).

Finalmente Celi (2013), en su investigación demuestra que la granadilla es una fruta originaria de Los Andes Sudamericanos, perteneciente a la familia de las fruta de la pasión, bautizada así por los españoles cuando desembarcaron en América del Sur, por la semejanza de las flores azules y blanco con la historia de la Pasión de Cristo.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

En la región de Puno, los frutos de granadilla colombiana por sus cualidades nutritivas y funcionales son muy apreciados por el mercado local, nacional e internacional; sin embargo, por la carencia de una tecnología de conservación apropiada para el manejo poscosecha de la granadilla, produce bajos rendimientos y pérdidas económicas en los productores, esto la pérdida de peso de la fruta por las condiciones ambientales inadecuadas existentes dentro de los vehículos, incremento de la tasa de respiración y transpiración y por ende pérdida de peso por exposición directa de la fruta al sol (Escobar, 2012).

La granadilla fruta climatérica es susceptible al deterioro dada su alta sensibilidad a condiciones ambientales tales como la presencia del gas etileno. La fruta climatérica sintetiza etileno al empezar a madurar, envejecer o cuando sufren algún tipo de daño. El etileno acelera los procesos de respiración de la fruta y con ello la velocidad de consumo de las reservas alimenticias, reduciendo el tiempo de vida útil de la fruta (Lopez, 2000).

La tasa de respiración es un indicador de la velocidad a la que la fruta consume las reservas alimenticias, por lo tanto, a mayor intensidad respiratoria las reservas alimenticias se consumen más rápido y por ende el tiempo de vida útil se hace más corto. La temperatura alta, la presencia de etileno en el ambiente, los daños físicos presentados por la fruta, incrementan la tasa de respiración. Por otro lado, las concentraciones altas de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub> y la baja temperatura la reducen.

Los agricultores tienen dificultad de aprovechamiento para industrializar, debido a mal manejo de cosecha y poscosecha por los cambios ambientales y las zonas de producción se encuentran alejados de las ciudades próximas a comercializar.

Por lo que presenta pérdidas considerables durante el manipuleo y transporte, por lo tanto, se disminuye calidad de la fruta y su aceptación en el mercado.

Las granadillas no se tienen en consideración el manejo de poscosecha en dar su vida útil en un tiempo determinado, la fruta se transporta en camiones comunes a las ciudades de Puno, Arequipa, Moquegua, Tacna y otras regiones del país, entonces la fruta ya no llega en estado fresco, sino en este caso ocurre liocilosis (indica maltrato de las frutas durante la cosecha hacia poscosecha) y al final ocurre la senescencia.

Para su mejor aprovechamiento de producción, comercialización de recursos económicos de manera sustentable del producto se ha realizado la investigación en la conservación de la granadilla colombiana, teniendo en cuenta los recubrimientos y las condiciones ambientales y naturales que inciden en su vida útil de la fruta para su comercialización en el mercado.

La poscosecha generalmente se realiza en diferentes estados de madurez fisiológica por lo que los productores cosechan en cualquier estado ya sea pequeños o grandes, infestados por lo tanto hay cambios físicos y bioquímicos porque el fruto es climatérico, para alargar su conservación esta fruta se debe someter al recubrimiento de biopolímeros comestibles de forma en condición natural y refrigerada por un tiempo determinado, por lo que es necesario conservar su vida útil de la granadilla colombiana.

## **2.2. Enunciados del problema**

De lo enunciado anteriormente se desprende el siguiente problema central:

### **2.2.1. Pregunta central**

- ¿Cuál es la influencia de los recubrimientos de biopolímeros comestibles sobre la conservación poscosecha de granadilla colombiana en condiciones naturales y refrigeradas?

### **2.2.2. Preguntas secundarias**

- ¿Cuál es el efecto de recubrimientos de biopolímeros comestibles en las propiedades fisicoquímicas de granadilla colombiana en condiciones naturales?

- ¿Cuál es el efecto de recubrimientos de biopolímeros comestibles en las propiedades fisicoquímicas de granadilla colombiana en condiciones refrigeradas?

### 2.3. Justificación

La granadilla es fruta de gran importancia para los países andinos, ya que se han convertido en la fruta tropical exótica con mayor participación y crecimiento durante los últimos años, dentro de las exportaciones. Este cultivo se caracteriza por estar en manos de pequeños productores, con un bajo poder económico, cultivados en áreas menores de 1,5 ha en promedio, en la mayoría de los casos, en terrenos de ladera y con muy baja capacitación técnica.

La granadilla es de importancia económica, por su fruto comestible y comercialización en los mercados internacionales. Sin embargo, existe poca información acerca de la variabilidad, lo que ha limitado un mejor desarrollo del cultivo, pero la creciente demanda del fruto de granadilla en los mercados nacionales e internacionales ha generado en el país un considerable proceso de expansión del cultivo.

El cultivo de granadilla en las principales zonas productoras del país tiene importancia socioeconómica y ambiental y es desarrollado por pequeños productores y con acceso limitado a tierra, agua y capital, entonces tiene ventajas adaptativas en la selva puneña a una altitud de 2178 m.s.n.m. en las condiciones ecológicas, de suelos predominantes y se cultiva toda la época del año en diferentes sectores de la provincia de Sandia.

La granadilla es el fruto que tiene elevada demanda en los mercados nacionales e internacionales, por su sabor agradable y valor nutricional, el cultivo de granadilla genera impacto social, contribuye a la seguridad alimentaria y a la reducción de índices de pobreza en el área rural. Se mejora la satisfacción de las necesidades básicas de los agricultores en un contexto de agricultura familiar, se promueve la mano de obra familiar, se revaloriza la mano de obra de la mujer y se promueve la permanencia de los jóvenes en el campo (Alvarado *et al.*, 2011).

La poscosecha tiene como fin mantener la calidad de los productos cosechados, generar mayor valor agregado y abrir nuevas oportunidades de mercado que contribuyan a incrementar la competitividad de esta cadena en el mercado internacional.

El creciente interés de los consumidores hacia productos sanos, nutritivos, naturales y que beneficiosos para la salud, ha orientado y motivado investigaciones hacia el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles aplicados a productos hortofrutícolas, como una alternativa para cubrir estas necesidades, han demostrado la capacidad de mejorar la calidad sensorial y nutricional, generar valor agregado y prolongar su vida de anaquel (Fernández *et al.*, 2015).

La investigación sobre el estudio de conservación poscosecha de la granadilla colombiana permitirá solucionar los problemas de la cadena productiva hasta llegar al consumidor con calidad y de esta manera se podrá motivar al productor en la producción y comercialización de la granadilla colombiana en diferentes mercados de la región y otras regiones del País (Noblecilla y Parodi, 2018).

## **2.4. Objetivos**

### **2.4.1. Objetivo general**

- Evaluar la influencia de recubrimientos de biopolímeros comestibles sobre la conservación poscosecha de granadilla colombiana en condiciones naturales y refrigeradas.

### **2.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de recubrimientos de biopolímeros comestibles en las propiedades fisicoquímicas de granadilla colombiana en condiciones naturales.
- Determinar el efecto de recubrimientos de biopolímeros comestibles en las propiedades fisicoquímicas de granadilla colombiana en condiciones refrigeradas.

## **2.5. Hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis general**

- Los recubrimientos de biopolímeros comestibles influyen ampliamente sobre la conservación poscosecha de granadilla colombiana en condiciones naturales y refrigeradas.



### 2.5.2. Hipótesis específicas

- Los recubrimientos de biopolímeros comestibles influyen el contenido en las propiedades fisicoquímicas de granadilla colombiana en condiciones naturales
- Los recubrimientos de biopolímeros comestibles influyen el contenido en las propiedades fisicoquímicas de granadilla colombiana en condiciones refrigeradas.

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Lugar de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en los Laboratorios de semillas, Agua y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano Puno (UNA Puno), ubicado en distrito, provincia y región de Puno, a una altitud de 3,827 m.s.n.m., en las coordenadas 15° 50' 31" de latitud sur y 70° 01' 11" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

La materia prima granadilla colombiana proveniente del sector Pacaypampa, Distrito y Provincia de Sandia.

### 3.2. Población

La granadilla colombiana, tuvo procedencia de las parcelas de los productores de granadilla Colombiana de la ceja de selva del Sector Pacaypampa, Distrito y Provincia de Sandia, región de Puno.

### 3.3. Muestra

La granadilla colombiana, se seleccionó inmediatamente después de la cosecha, teniendo en cuenta la uniformidad en su grado de madurez, forma y tamaño con las características mínimas: 7.6 – 9.3 °Brix, con pesos entre 110.1 – 108.8 gramos, se ha llevado al laboratorio en condiciones frescas y sanas, para su selección, lavado, secado y almacenado en base al criterio de poscosecha en condiciones naturales y refrigeradas.

### 3.4. Método de investigación

De acuerdo a la problemática planteada en el presente trabajo, el tipo de investigación es Aplicada y de enfoque Cuantitativo, por cuanto es centrada en el logro de estrategias que permitan coadyuvar el uso de recubrimientos de biopolímeros comestibles.

### 3.4.1. Diseño experimental

La metodología a seguir para la investigación se muestra en la siguiente figura:

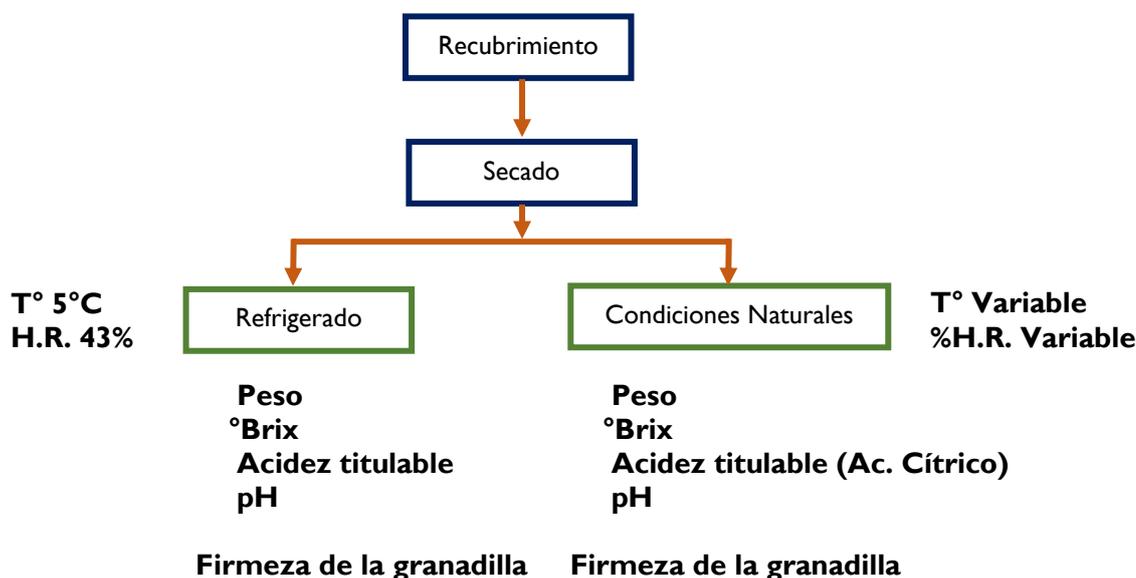


Figura 3. Metodología para el control en estudio

### 3.4.2. Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

Tabla 2

Objetivo 1: Condiciones naturales

Variables de estudio	Variables de respuesta
Recubrimiento comestible RC1	Pérdida de peso (g)
Recubrimiento comestible RC2	Acidez titulable (% Ac. Cítrico)
Cera comercial RC3	Solidos Solubles (Grados Brix)
Tiempo de almacenamiento (7 periodos)	pH.
	Firmeza de la pulpa (kg/cm <sup>2</sup> )

Tabla 3

Objetivo 2: Condiciones refrigeradas

Variables de estudio	Variables de respuesta
Recubrimiento comestible RC1	Pérdida de peso (g)
Recubrimiento comestible RC2	Acidez titulable (% Ac. Cítrico)
Cera comercial RC3	Solidos Solubles (°Brix)
Tiempo de almacenamiento (7 periodos)	pH.
	Firmeza de la pulpa (kg/cm <sup>2</sup> )

### 3.4.3. Metodología de mediciones

#### 3.4.3.1. Análisis físicos

- **Pérdida de Peso**

La pérdida de peso (%PP) se determinó por gravimetría mediante la diferencia entre pesos tomando como base el peso inicial ( $P_i$ ) menos el peso del fruto al final ( $P_f$ ) del almacenamiento y expresando los resultados como porcentaje de pérdida de peso (%) mediante la siguiente ecuación:

En una balanza se tomó el peso fresco en gramos, para cada una de las repeticiones, al inicio y efectuando lecturas a los 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días, a partir del inicio del ensayo, obteniendo la pérdida de peso del fruto mediante la siguiente ecuación por diferencia de las lecturas, expresando los valores en porcentajes en cada lectura.

(Gil, 2001).

$$\%PP = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

**Donde:**

$P_i$ : Peso inicial

$P_f$ : Peso final

% PP: Porcentaje de pérdida de peso

- **Firmeza de la pulpa**

Uno de los cambios más evidentes de la maduración constituye el ablandamiento del fruto, el cual está relacionado con mecanismos de degradación de la pared celular, por lo que la firmeza de la pulpa se determinó mediante el método Oslen donde las muestras en bandejas muy ordenadas y codificadas son intervenidas en los cambios de firmeza del fruto por el tiempo de almacenamiento. En el cual se posicionó el manejo de penetrómetro o denominado (penetrometría) utilizando entre los dedos pulgar de la mano y calibrar en escala cero (Gil, 2012).

En este caso tomar la rodaja de la cascara en la otra mano que debe estar apoyada sobre una superficie rígida, situar la punta sobre el área de la piel en posición perpendicular y realizar la presión necesaria hasta atravesar el émbolo en la pulpa. Y luego se expresa el valor de la fuerza ejercida en  $\text{kg/cm}^2$  (Fernández *et al.*, 2015).

### 3.4.3.2. Análisis Químico

- **pH**

Los valores de pH se obtuvieron por medición directa dentro del zumo de la granadilla empleando un potenciómetro portátil Metler Toledo” previamente calibrado con una solución buffer de pH 7.0 al 98% de precisión de cada tratamiento por unidad experimental (AOAC INTERNATIONAL, 2005).

- **Sólidos Solubles Totales (°Brix)**

Se determinó el contenido de sólidos solubles, empleando un refractómetro Hanna modelo HI 96801 de escala 0.1- 85 °Brix, previa calibración empleando agua destilada. Posteriormente se ubicó el zumo extraído de 5ml de la granadilla, luego se somete el zumo sobre el prisma del refractómetro expresado en sólidos solubles (°Brix) de la granadilla Colombiana de cada tratamiento por unidad experimental (AOAC INTERNATIONAL, 2005).

- **Acidez Titulable**

El contenido de acidez titulable se basó en reacción de neutralización ácido – base, se cuantifico por volumetría, titulando el sobrenadante con NaOH 0,1N y fenolftaleína como indicador, los resultados se expresaron cómo % de ácido cítrico, la muestra se expresó como el porcentaje en peso del ácido predominante que se encuentra en el fruto. La determinación de este porcentaje está dada por la ecuación (AOAC INTERNATIONAL, 2005).

$$\text{Acidez titulable (\% ac. citrico)} = \frac{V \times N \times \text{Meq}}{V_a} \times 100$$

**Donde:**

- V : Volumen de solución de NaOH gastado en la titulación.  
N : Normalidad del NaOH (0,1N).  
Meq : Miliequivalente (ácido cítrico = 0.064 Meq).  
Va : Volumen de la muestra

### 3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

#### 3.5.1. Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros

- **Materia prima e insumos:**

- ❖ Materia prima (granadilla colombiana)
- ❖ Glicerol (GL)
- ❖ Tween 80
- ❖ Pencas de aloe vera
- ❖ Caseinato de sodio
- ❖ Alginato de sodio
- ❖ Cera comercial (seal bryte)
- ❖ NaOH 0.1N
- ❖ Fenolftaleína al (0.1%)

- **Materiales y Equipos:**

- ❖ Fuente comercial de milano no reciclado (Para exponer muestras para su estudio y/o control durante el almacenamiento).
- ❖ pH metro marca jenway
- ❖ Refrigerador – electrolux-modelo.092mmg.
- ❖ Estufa marca memmert
- ❖ Mesa de trabajo
- ❖ Fuente comercial de milano no reciclado para colocar las granadillas en condiciones naturales y refrigeradas
- ❖ Penetrometro - Método oslen-sundoo-modelo-GY-3
- ❖ Termómetro tipo kyntel modelo taylor
- ❖ Termohigrómetro tipo kyntel® modelo taylor

- ❖ Pipetas de 1, 2, 5 y 10 ml.
- ❖ Balanza de precisión con capacidad de 0.1g al 500g., marca kern abs
- ❖ Agitador magnético digital marca robax modelo cat
- ❖ Jarras medidoras de plástico (1000, 500 y 250ml)
- ❖ Colador de plástico
- ❖ Vasos de Precipitados de 100ml
- ❖ Buretas de vidrio (10ml)
- ❖ Refractómetro digital atago® 0.1 - 85.0 °Brix
- ❖ Bureta para determinar acidez
- ❖ Agua destilada.

### 3.5.2. Metodología experimental

Se realizó siguiendo de acuerdo al diagrama de flujo de la Figura 4.

- **Recepción:** La granadilla colombiana procedentes de la ceja de selva del sector Pacaypampa del Distrito y Provincia de Sandia, recepcionado y pesado en el laboratorio de semillas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la UNA Puno.
- **Selección y clasificación:** Se realizó en forma manual y visual con la finalidad de eliminar los frutos deteriorados, dañados, picados y que cumplan con los requisitos mínimos de calidad según la Norma Técnica Colombiana 4580, luego se clasificaron por el tamaño y color y evaluar sus características fisicoquímicas.
- **Lavado y desinfección:** Se realizó para eliminación todos restos extraños y se desinfectaron en una solución con hipoclorito de sodios a 5 ppm por 15 minutos NTP 203.121 (2007).
- **Secado:** Se realizó extendiendo las frutas sobre una base enmallada aplicando aire de un compresor a una distancia aproximada de 30 cm para no dañar al producto.

- **Formulación y preparación de los recubrimientos:**
  - ❖ **RC1:** Compuesto por aloe vera 74.5 %, glicerol 2.5%, caseinato de sodio 3% y tween 80 de 20% homogenizar en agitador a 80°C, a 300 rpm y por un tiempo de 10 minutos. Luego enfriar a 20°C. En esta oportunidad se ha podido ver antecedentes con otro tipo de ceras con porcentajes variados.
  - ❖ **RC2:** Compuesto por aloe vera 78.5 %, glicerol 3.5%, alginato de sodio 3% y tween 80.15% homogenizar en agitador a 80°C, a 300 rpm y por un tiempo de 15 minutos, porque el agitador ya está calibrado a ese rpm. Luego enfriar a 20°C.
  - ❖ **RC3:** Recubrimiento comestible de cera comercial seal bryte (Bosquez, 2004).
- **Aplicación:** Ha sido por el método de inmersión en un vaso de precipitados de 1000 ml.
- **Secado:** El secado se ha realizado extendiendo las frutas sobre una mesa, en una fuente comercial de milano no reciclado por 24 horas a temperatura ambiente.
- **Acondicionamiento y almacenado:** Las frutas se colocaron en una fuente comercial de milano no reciclado divididas en diferentes unidades, identificadas por códigos y sometidos a temperatura natural y refrigerada.

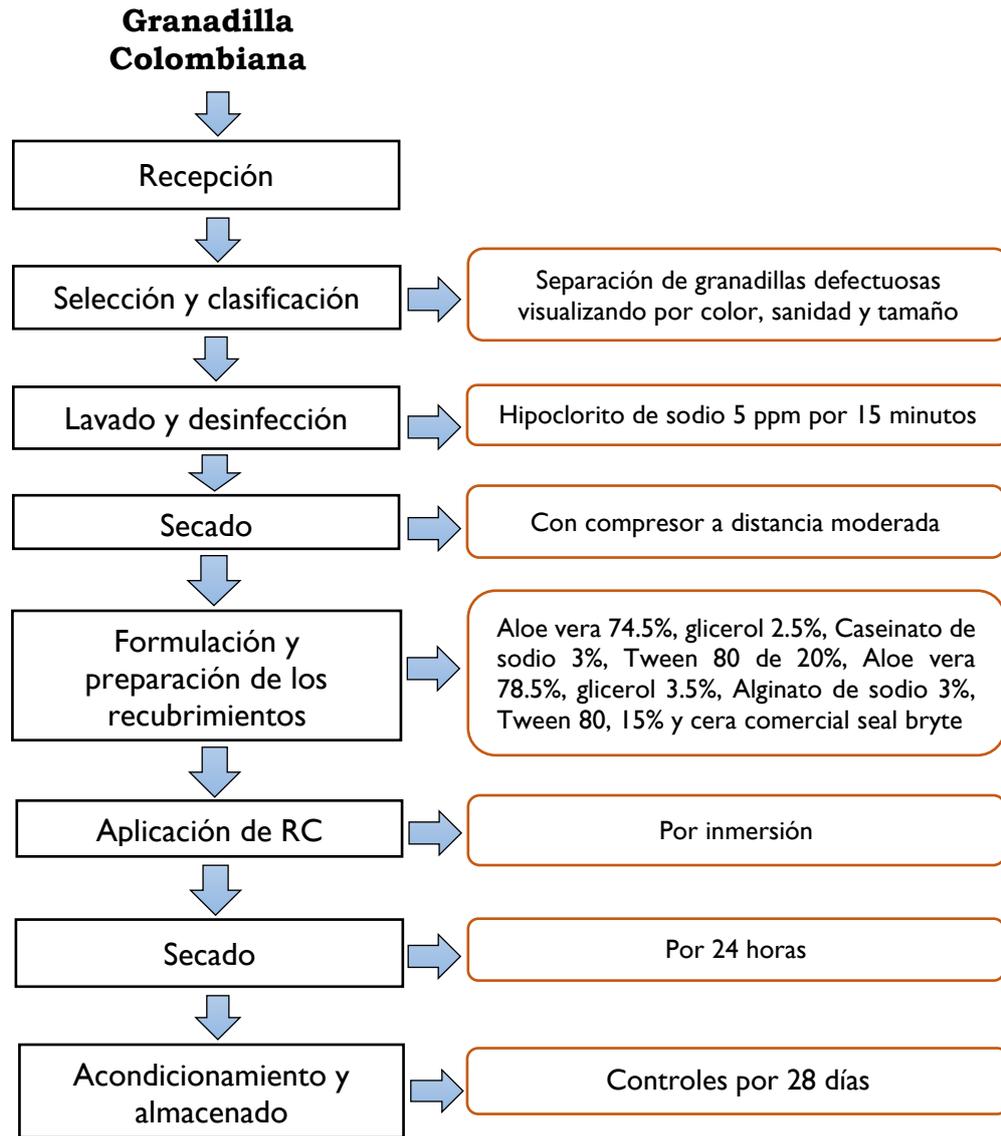


Figura 4. Diagrama de flujo del experimento

### 3.5.3. Aplicación de prueba estadística inferencial

Se realizó un análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95%, para determinar la significancia de los tratamientos sobre las características de calidad de la granadilla colombiana. El procesamiento de los datos, se realizó con el software estadístico SPSS versión 23 para diferencias significativas entre tratamientos, se efectuó una prueba Post-ANVA (Método de comparación en parejas de Tukey).

- **Diseño estadístico para el objetivo 1**

Se utilizó un diseño Experimental de Bloque Completo al Azar, bajo una factorial 7x4x3 con un nivel de significancia de 0.05 (Ibañez, 2009).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

i: 1, 2, .....t (tratamientos)

j: 1, 2, .....r (bloques)

**Donde:**

$Y_{ij}$  : Variable de respuesta ubicada en la j eximo bloque que recibe el tratamiento i.

$\mu$  : Constante común para toda la observación.

$\tau_i$  : Efecto del tratamiento i.

$\beta_j$  : Efecto del bloque j

$\varepsilon_{ij}$  : Error de  $Y_{ij}$

- **Diseño estadístico para el objetivo 2**

Se aplicó el modelo para un experimento dispuesto en un diseño en bloque completo al azar bajo una factorial de 7x4x3 con un nivel de significancia de 0.05 (Ibañez, 2009):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

i: 1, 2, .....t (tratamientos)

j: 1, 2, .....r (bloques)

**Donde:**

$Y_{ij}$  : Variable de respuesta ubicada en la j eximo bloque que recibe el tratamiento i.

$\mu$  : Constante común para toda la observación.

$\tau_i$  : Efecto del tratamiento i.

$\beta_j$  : Efecto del bloque j

$\varepsilon_{ij}$  : Error de  $Y_{ij}$

- **Diseño experimental para el objetivo 1 y 2**

Tabla 4

*Comparación de los 3 recubrimientos más el testigo*

Tiempo	Tratamientos			
	RC1	RC2	RC3	Testigo
Día 4	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>
	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>
Día 8	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>
	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>
Día 12	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>
	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>
Día 16	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>
	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>
Día 20	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>
	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>
Día 24	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>
	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>
Día 28	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>
	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>

En el anexo 1 se muestra los datos primarios con sus respectivas repeticiones para cada variable de respuesta en condiciones naturales y refrigeradas.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efectos de recubrimiento y tiempos de almacenamiento en las propiedades físico químicas de granadilla Colombiana en condiciones naturales

#### 4.1.1. Pérdida de peso de granadilla colombiana en condiciones naturales

En la Tabla 5, muestra el recubrimiento de RC1, RC2, RC3 y testigo, durante el control en la conservación de la pérdida de peso en la granadilla colombiana, almacenado durante 28 días, donde se observa que los recubrimientos empleados afectaron en el periodo de almacenamiento a diferentes temperaturas y humedad relativa, el porcentaje de pérdida de peso a excepción del RC2 compuesto de Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween 80.15% respectivamente, se manifiesta realizando una comparación con otros autores que, con el recubrimiento comestible de gel mucilaginoso de Aloe vera, que tuvo menor pérdida de peso con promedio de 11.77% seguido de RC1 con promedio de 12.59%, así mismo como se observa en la Figura 5, según (Restrepo, 2009), menciona con recubrimiento de Aloe vera las fresas se conservaban mejor a los 10 días en la pérdida de humedad y peso.

Tabla 5

*Valores de pérdida de peso (%) de la granadilla colombiana en condiciones naturales, temperatura y humedad relativa*

Tratamientos	Días								Promedio
	0	4	8	12	16	20	24	28	
RC1	0.00	2.20	3.16	6.51	7.85	19.25	23.28	25.86	12.59
RC2	0.00	0.65	1.95	8.54	10.21	13.18	21.73	26.09	11.77*
RC3	0.00	1.52	3.41	8.43	9.94	20.83	24.62	29.17	13.99
TESTIGO	0.00	1.53	4.39	8.02	9.93	23.02	27.03	31.04	15.00
TEMP. (°C)	13	12	16.5	20	6	12.8	12	13.4	14.16
H.R. (%)	57	57	49	40	54	56	58	57	53.50

Los recubrimientos comestibles aplicados en los frutos redujeron la pérdida de peso comparado con los frutos sin recubrir en un 16% (Cerdas y Castro, 2003), además también el mucílago de Aloe vera aplicado en manzanas demostró tener la capacidad de actuar como un recubrimiento con propiedades de conservación en retrasar la maduración de pérdida de peso, SST, acidez titulable en las manzanas, porque la fruta se conservó sus propiedades fisicoquímicas en almacenamiento hasta 30 días a condiciones ambientales (Gonzales y Espinoza, 2019).

El recubrimiento de biopolímeros comestible RC2 elaborado está constituido por Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween 80.15%; el cual mostro un efecto positivo en la reducción de pérdida de peso, cuyo efecto está basado en sus propiedades protectoras que permiten la formación de una barrera protectora entre el fruto y el ambiente que rodea, entonces se logra retardar el tiempo de maduración de la granadilla colombiana.

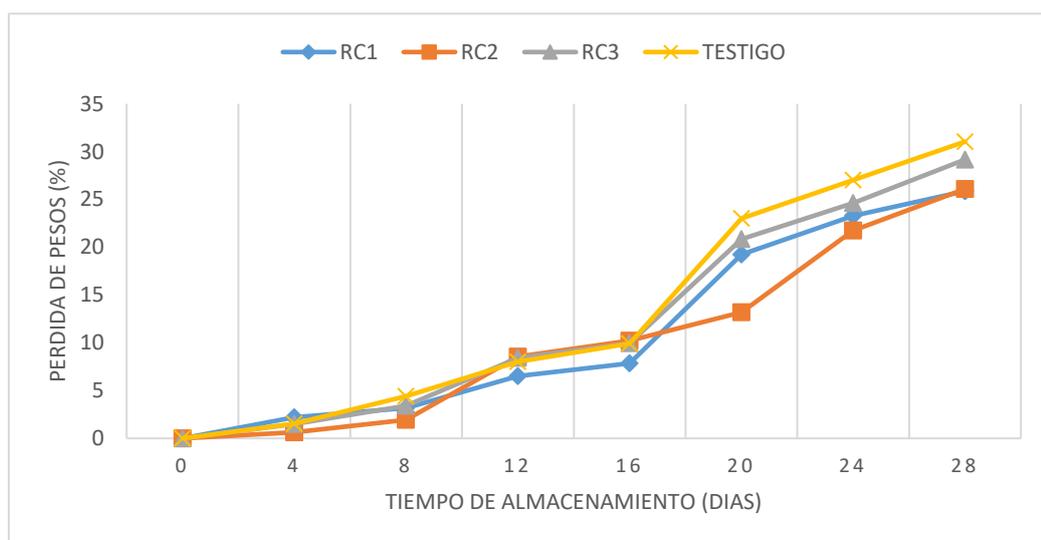


Figura 5. Efecto de factor de variación de la pérdida de peso en % a condiciones naturales

El análisis estadístico ANVA (Anexo 2, Tabla 1) del diseño de bloques completamente al azar con un nivel de 95% de confianza, se observa que para los bloques (recubrimientos) existe una diferencia significativa con respecto al porcentaje de pérdida de peso en granadilla colombiana, lo que indica que los recubrimientos difieren entre variables mostrando más pérdida de peso en la muestra testigo con 15.00%, seguido de recubrimiento RC3 con 13.99%, RC1

12.59% de pérdida de peso, difiere del RC2 con 11.77% que mostro menos pérdida de peso en granadilla colombiana se muestra en la Figura 5.

Las diferencias significativas de comparación múltiple de Tukey a un nivel de 95% de confianza (Anexo 2, Tabla 2) para los 4 recubrimientos se determinó que el recubrimiento RC2 es diferente con los demás tratamientos la pérdida de peso de las granadillas colombianas el RC3 mostro mayor pérdida de peso con un 13.99%, cuya formulación es de cera comercial seal bryte, por otro lado el RC2, se muestra menor pérdida de peso tuvo con promedio de 11.77% de pérdida de peso, la composición de este recubrimiento comestible fue de Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween 80.15%, esto debido al efecto de la glicerina de su poder de elasticidad, y la capacidad de actuar como recubriendo comestible del gel de aloe vera como un recubrimiento de biopolímero comestible.

#### 4.1.2. Firmeza de la granadilla colombiana en condiciones naturales

La firmeza de las muestras de granadilla colombiana se observa en la Tabla 6 y Figura 6 la disminución gradual de los valores de firmeza para todos los tratamientos a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento en condiciones naturales.

Tabla 6

*Valores de firmeza (kg/cm<sup>2</sup>) de la granadilla colombiana a condiciones naturales, temperatura y humedad relativa*

Tratamientos	Días								Promedio
	0	4	8	12	16	20	24	28	
RC1	3.2	3.1	3.0	2.7	2.4	2.1	1.4	1.2	2.39
RC2	2.9	2.8	2.6	2.5	2.5	2.3	1.7	1.6	2.36*
RC3	2.5	2.4	2.3	2.2	2.0	1.8	1.5	1.3	2.00
TESTIGO	2.6	2.5	2.2	2.0	1.8	1.5	1.2	0.8	1.83
TEMP. (°C)	13	13	16.5	20	12.6	12.8	12	13.4	14.16
H.R. (%)	57	57	49	40	54	56	58	57	53.50

El comportamiento del recubrimiento RC2 de 1.6 kg/cm<sup>2</sup> en día 28, con un promedio de 2.36 kg/cm<sup>2</sup> a una temperatura de 13.4°C, Humedad Relativa (H.R.) de 57%, menor perdida de firmeza del recubrimiento de biopolímeros comestibles, con relación a los demás recubrimientos, el testigo de 0.80 kg/cm<sup>2</sup> ha tenido mayor pérdida de firmeza esto sin recubrimiento con biopolímeros comestibles como es el

(testigo) en condiciones naturales, esto se debe, a que actúan como una barrera para el oxígeno, presento mayor firmeza durante el almacenamiento respecto a otras recubiertas con diferentes tipos de recubrimientos existentes.

Se manifiesta, que en la mayoría de frutos establece el estado de madurez, no es un factor determinante de su madurez debido a la cáscara firme y dura de la fruta la granadilla colombiana que otra especie a de la familia. Además, en su morfología es importante resaltar las características particulares de la cáscara, compuesta por un exocarpio duro y firme, pero frágil bajo altas presiones o impactos, y un mesocarpio esponjoso, blando y húmedo, que la convierten en un empaque natural, para la protección de la pulpa comestible de la fruta.

La firmeza por lo general, la textura de la granadilla colombiana cambia debido a la hidrólisis de los almidones y de las pectinas, por la reducción de su contenido de fibra y por los procesos degradativos de las paredes celulares. Las granadillas colombianas se vuelven blandas y más susceptibles de ser dañadas durante el manejo poscosecha.

La firmeza de los frutos recubiertos con (polisacárido) que es más baja en comparación a los otros grupos, y que a su vez es aquella que pierde mayor cantidad de firmeza a través del tiempo. Está ligado a la permeabilidad del recubrimiento, donde al ser más baja no permite el proceso de transpiración de la uchuva afectando esta propiedad (Cuenca, 2017).

Los recubrimientos comestibles (RC) a base de mucílago de penca sábila aplicados sobre fresas frescas logran aumentar su vida útil en 10 días, disminuyendo las pérdidas de humedad, el índice de respiración, manteniendo la firmeza y produciendo mínimas variaciones perceptibles de color, en comparación con los frutos sin recubrimiento utilizados como tratamiento (Restrepo, 2009).

La disminución gradual de los valores de firmeza para todos los tratamientos a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento. Para mencionar las frutas a partir del día 6 al día 20 disminuye lentamente durante el almacenamiento final en temperatura ambiente (Flórez *et al.*, 2012).

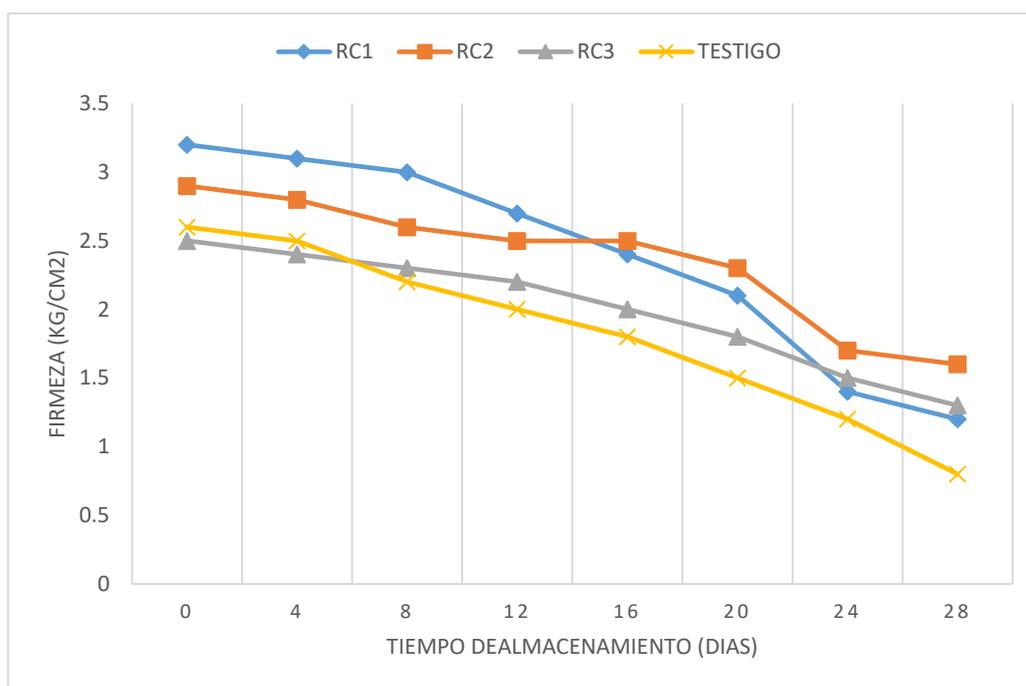


Figura 6. Efecto del factor de la firmeza de la granadilla colombiana a condiciones naturales

El análisis estadístico ANVA (Anexo 2, Tabla 4) evidencia que existe diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.05$ ) para el factor recubrimiento y tiempo en la firmeza de las granadillas colombianas, los métodos empleados dan como resultado diferencia estadísticamente significativa de recubrimiento en función al tiempo de conservación durante 28 días de almacenamiento, el recubrimiento (RC2) con Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween 80, 15%, es la que se mantiene con menor pérdida de firmeza.

Según (Anexo 2, Tabla 5) se observa la prueba de significancia Tukey combinados los factores expresados en recubrimientos, donde la firmeza varía significativamente entre los métodos empleados durante 28 días de almacenamiento con diferentes recubrimientos de biopolímeros comestibles, entonces de acuerdo que pasa los días de tratamiento va adelgazando la cascara de la granadilla colombiana en función a los factores de respiración.

#### 4.1.3. pH de la granadilla colombiana en condiciones naturales

En la Tabla 7 y Figura 7 se observa que hay diferencias significativas en las granadillas colombianas tratadas con recubrimientos comestibles, el RC2 muestra inicialmente con pH de 4.77 a una temperatura de 13 °C humedad relativa de 57%, llegando al día 28 de almacenamiento a 5.56 de pH con promedio de 5.06 de pH a temperatura promedio de 14.16 °C y H.R. de 57%, es la que ha mantenido menor pérdida de pH, por otro lado el RC1 inicia con pH de 4.74, llegando a 5.90 de pH, al día 28, con promedio de 5.17 de pH, de igual manera para el RC3 inicia con pH de 4.85 llegando a 5.75, de pH al día 28, con promedio de 5.23 de pH y por ultimo para el testigo se inicia con 4.90 de pH, llegando al día 28 a 5.96 de pH, con promedio de 5.29 de pH de recubrimiento, el recubrimiento RC2 en función a Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween 80.15% fue mejor la conservación de la granadilla, durante el almacenamiento de la fruta, por consiguiente, el pH del zumo de granadilla aumenta según su estado de madurez, a mayor madurez mayor pH.

Tabla 7

*Valores de pH de la granadilla colombiana controlada a condiciones naturales, temperatura y humedad relativa*

Tratamientos	Días								Promedio
	0	4	8	12	16	20	24	28	
RC1	4.74	4.74	4.79	4.93	5.13	5.33	5.83	5.90	5.17
RC2	4.77	4.82	4.89	4.91	4.98	5.14	5.44	5.56	5.06*
RC3	4.85	4.86	4.94	4.97	5.15	5.56	5.73	5.75	5.23
TESTIGO	4.90	4.92	4.95	4.78	5.23	5.73	5.87	5.96	5.29
TEMP. (°C)	13.00	13.00	16.50	20.00	12.60	2.80	12.00	3.40	14.16
H.R (%)	57	57	49	40	54	56	58	57	53.50

Los días de conservación de la granadilla presentó una tendencia a aumentar el pH con diferentes recubrimientos conservados en temperatura y refrigeración de medio ambiente hasta llegar a su estado de madurez de consumo que se determinó entre los 20 y 26 días (Córdova, 2017), sin embargo el estudio realizado en condiciones naturales es muy variable el comportamiento de conservación a los 28 días de tratamiento en estudio efectuado.

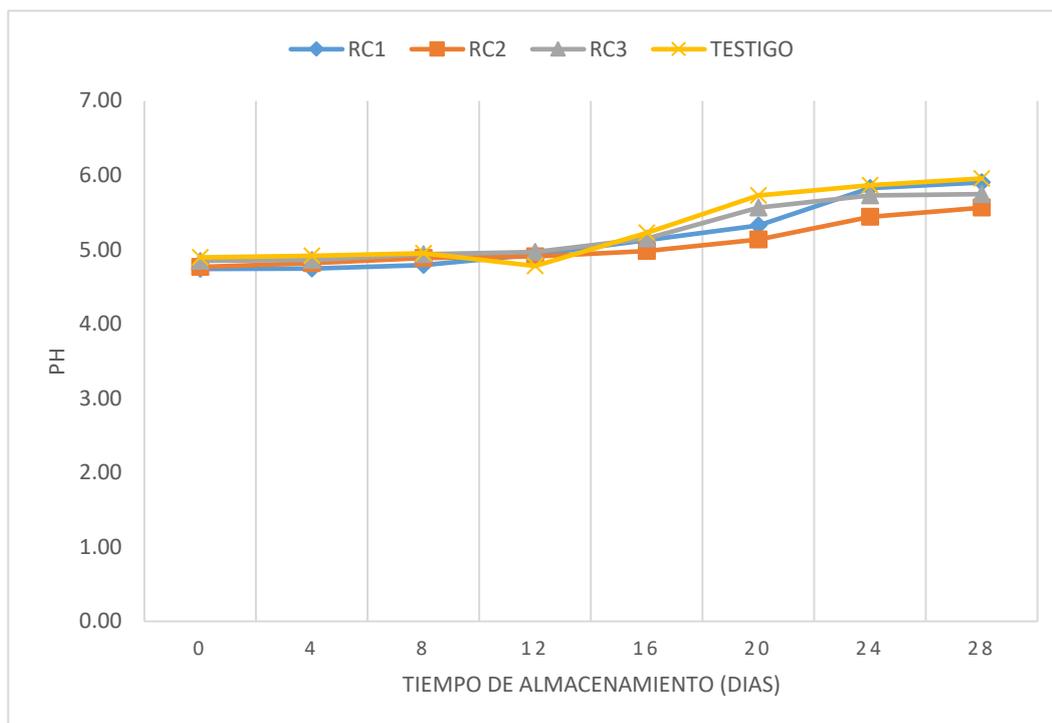


Figura 7. Efecto del factor de pH de la granadilla colombiana a condiciones naturales

El análisis estadístico ANVA (Anexo 2, Tabla 7), muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre tiempos lo que indica que las granadillas colombianas con los recubrimientos empleados tuvieron diferentes valores de pH ya que influyeron de manera diferente, entre las frutas tratadas con los RC1, RC2, RC3 y testigo, destacando el RC2, con menor pérdida de pH.

La prueba de significancia Tukey, (Anexo 2, tabla 8) es significativo desde el punto de vista el pH con recubrimiento REC2, en comparación con el testigo, lo que nos indica que el REC2 encerado con Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween 80.15%, es significativo con el testigo porque no tiene recubrimiento.

#### 4.1.4. Sólidos solubles totales (°Brix) de la granadilla colombiana en condiciones naturales

En la Tabla 8, se muestra los valores de sólidos solubles (°Brix) de las granadillas colombianas tratadas con recubrimiento comestible RC2 con menor comportamiento en cuestión de madurez con promedio de 10.35 °Brix, en relación a RC3 con promedio de 11.55 °Brix, RC1 con promedio de 13.05 °Brix y con el testigo con promedio de 12.80 °Brix, se puede observar que los sólidos solubles

(°Brix) hay diferencia entre recubrimientos y tiempo en granadillas colombianas, en la Figura 8 se puede observar los sólidos solubles de las granadilla colombiana tratadas con recubrimiento se muestran un incremento en los °Brix, muestran un incremento de °Brix desde el primer día hasta el día 28. Entonces, en función a los resultados de los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en el zumo, los cuales están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta.

Tabla 8

*Sólidos solubles totales (°Brix) de la granadilla colombiana controladas a condiciones naturales, temperatura y humedad relativa*

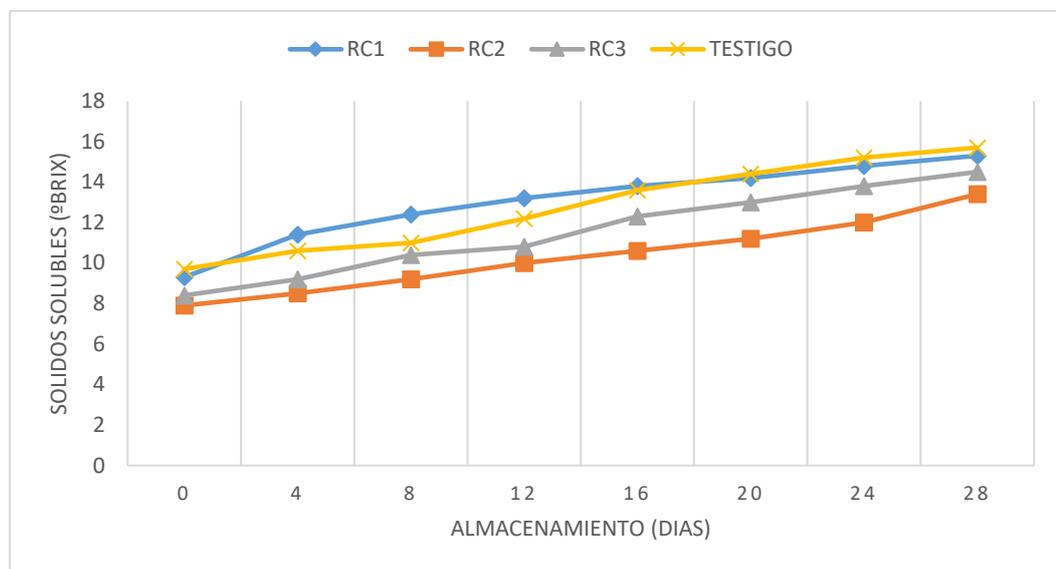
Tratamientos	Días								Promedio
	0	4	8	12	16	20	24	28	
RC1	9.3	11.4	12.4	13.2	13.8	14.2	14.8	15.3	13.05
RC2	7.9	8.5	9.2	10.0	10.6	11.2	12.0	13.4	10.35*
RC3	8.4	9.2	10.4	10.8	12.3	13.0	13.8	14.5	11.55
TESTIGO	9.7	10.6	11.0	12.2	13.6	14.4	15.2	15.7	12.80
TEMP. (°C)	13	13	16.5	20	12.6	12.8	12	13.4	14.16
H.R. (%)	57	57	49	40	54	56	58	57	53.50

En el presente trabajo de investigación se observa que a medida que los frutos maduran, el contenido de sólidos solubles aumenta debido a los procesos de hidrólisis del almidón en azúcares simples, siendo ésta una característica notable en la granadilla colombiana.

Según la Figura 8 se puede observar que a medida que los frutos maduran, el contenido de sólidos solubles (°Brix) incrementa los azúcares simples durante el proceso de deshidratación durante el tiempo de almacenamiento, siendo ésta una característica notable en granadilla colombiana en función a diferentes temperaturas y humedad relativa natural.

Los sólidos solubles totales son utilizados para cuantificar la cantidad de sólidos que están disueltos en el jugo de las frutas. Por lo tanto, al medir este parámetro no solamente se cuantifica sacarosa, sino también otros componentes como ácidos orgánicos, aminoácidos, componentes fenólicos y pectinas solubles (Angón *et al.*, 2006). El aumento de sólidos solubles es una característica bien definida en la maduración de todos los frutos la cual se da como respuesta al desdoblamiento de polisacáridos de mayor tamaño como es el caso de los almidones almacenados en

las vacuolas y espacios intercelulares durante el crecimiento del fruto (Valero y Serrano, 2010).



*Figura 8.* Efecto del factor de solidos solubles (°Brix) de la granadilla colombiana a condiciones naturales

El análisis de varianza ANVA (Anexo 2, Tabla 10), se observa que hay diferencia estadísticamente significativa entre los recubrimientos comestible, comercial y en tiempos, entonces los datos reportados se asemejan a los reportados por (Rojas, 2019).

El efecto de factores a temperatura natural se puede apreciar el comportamiento de la prueba Tukey ( $p < 0.05$ ) (Anexo 2, Tabla 11) presenta como mejor tratamiento con el recubrimiento RC2, entonces se puede afirmar que presenta los sólidos solubles muy favorables con menor proceso de madurez.

#### 4.1.5. Acidez titulable (% de ácido cítrico) de la granadilla colombiana en condiciones naturales

En la Tabla 9 y Figura 9 presenta la variación de la acidez, donde se observa que hay una ligera disminución de la acidez, en el comportamiento de acidez expresado en % de ácido cítrico a temperatura y humedad relativa en condición natural a los 28 días de control de almacenamiento, los tratamientos de recubrimiento RC1 con promedio de 0.63% de ácido cítrico, RC2 con promedio de 0.54% de acidez

expresado en ácido cítrico, RC3 con promedio de 0.55% de acidez y el testigo con promedio de 0.57% de acidez, entonces el recubrimiento RC2 con menor pérdida de acidez, durante almacenamiento en condición natural con recubrimiento compuesto por Aloe vera 74.5%, glicerol 2.5%, Caseinato de sodio 3% y Tween 80 de 20% %, (RC1), Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween 80.15%. A su vez Lamua, (2000) menciona las bajas temperaturas reducen el incremento o descenso de los ácidos orgánicos dependiendo de las características metabólicas de la especie y que en especies de clima tropical y subtropical la acumulación de ácidos orgánicos (málico, cítrico, etc.) se reducen al descender la temperatura, esta investigación concuerda solo hasta los 30 días del período de almacenaje puesto que luego se observó un decaimiento. Entonces hay poca la diferencia de acuerdo al trabajo de almacenaje durante los 28 días en función al tiempo.

Tabla 9

*Valores de acidez titulable en (% ácido cítrico) de la granadilla colombiana controladas a condiciones naturales, temperatura y humedad relativa*

Tratamientos	Días								Promedio
	0	4	8	12	16	20	24	28	
RC1	0.79	0.72	0.69	0.64	0.62	0.56	0.54	0.51	0.63
RC2	0.73	0.63	0.58	0.54	0.51	0.48	0.44	0.39	0.54*
RC3	0.69	0.61	0.60	0.56	0.51	0.50	0.47	0.43	0.55
TESTIGO	0.76	0.70	0.65	0.61	0.53	0.49	0.45	0.40	0.57
TEMP. (°C)	13	13	16.5	20	12.6	12.8	12	13.4	14.16
H.R. (%)	57	57	49	40	54	56	58	57	53.50

Debo mencionar, que la acidez desciende paulatinamente hasta el día 28 durante el control en todos los tratamientos, generalmente se considera que la acidez decrece al avanzar el proceso de maduración, esto se debe a que los ácidos orgánicos son utilizados como sustratos durante la respiración de la granadilla colombiana.

Para corroborar, los resultados obtenidos son acordes con lo reportado por García, (2008) donde se reportó un valor de 0.60% de acidez para la fruta de estado pintón; en donde desciende la acidez en la fruta madura hasta valores de 0.47%. Estas diferencias pueden ser causadas por factores climáticos como la temperatura y humedad relativa. Los frutos de zonas cálidas presentan un desarrollo morfológico y bioquímico acelerado obteniéndose acidez y aroma elevados, pero aumentando la degradación en poscosecha (Morales y Melgarejo, 2010).

Se manifiesta que una película comestible se define como aquella capa delgada de material comestible formada sobre un alimento como un recubrimiento, lo que implica que debe ser pre-formada sobre o entre los componentes de los alimentos. Su propósito es el de inhibir o reducir la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono. En algunos casos las películas comestibles con buenas propiedades mecánicas pueden llegar a sustituir las películas de empaque sintéticas (Gil, 2012).

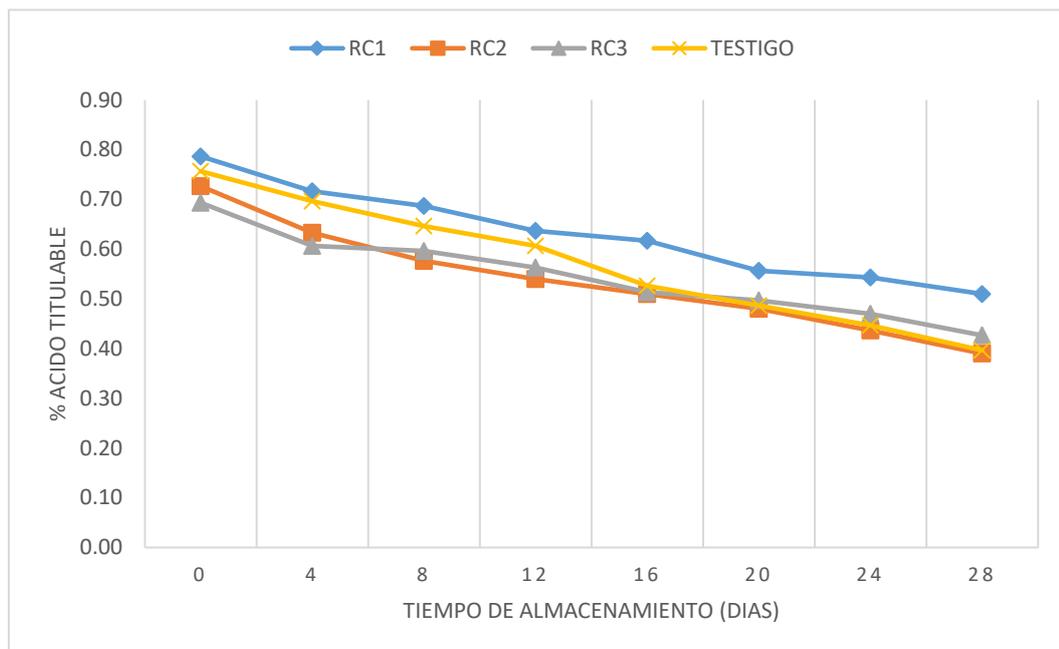


Figura 9. Efecto del factor de acidez expresado (% ac. Cítrico) de la granadilla colombiana a condiciones naturales

El resultado de análisis de varianza ANVA (Anexo 2, Tabla 13) muestra que hay diferencia estadísticamente significativa entre recubrimientos y tiempo, el RC2 no afectan la estabilidad del ácido cítrico, por otro lado, el testigo muestra disminución de acidez, por lo cual no hay cambios durante los días de almacenamiento la acidez permanece constante.

Así mismo se puede apreciar el comportamiento de la prueba Tukey (Anexo 2, Tabla 14) en recubrimientos durante el almacenamiento a condiciones naturales de la granadilla colombiana hay deferencia significativa entre recubrimientos. El recubrimiento REC2 a temperaturas y humedad relativa en condiciones naturales tiene menos acidez (ácido cítrico) en comparación con los demás recubrimientos, que estadísticamente se conserva mejor la acidez titulable de la granadilla colombiana.

## 4.2. Efectos de recubrimiento y tiempos de almacenamiento en las propiedades físico químicas de granadilla colombiana en condiciones refrigeradas

### 4.2.1. Pérdida de peso de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)

Los tratamientos de RC1, RC2, RC3 muestra control en la conservación de la pérdida de peso en condiciones refrigeradas en las granadillas colombianas en la Tabla 10 y Figura 10, donde se observa que los recubrimientos empleados no afectaron de manera significativa durante el periodo de almacenamiento, esto nos indica que el RC2 por su componente que proporciona compuesto por Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween 80.15%, obtuvo menor pérdida de peso durante el almacenamiento a 28 días en condición refrigerada de 5°C y la humedad relativa al 43% respectivamente.

Tabla 10

*Valores de pérdida de peso (%) de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas de (5°C a H.R.43%)*

Tratamientos	Días								Promedio
	0	4	8	12	16	20	24	28	
RC1	0.00	0.09	2.09	4.45	6.36	8.08	10.54	12.26	6.27
RC2	0.00	0.46	0.91	2.00	2.91	3.73	5.46	7.65	3.30*
RC3	0.00	0.09	0.37	1.29	2.21	5.15	10.29	12.32	4.53
TESTIGO	0.00	0.28	0.73	2.66	3.31	6.89	11.39	14.51	5.68

La aplicación del recubrimiento comestible a base del mucílago de penca sábila permitió el desarrollo de un efectivo método de conservación, retrasando los cambios en las variables como intensidad respiratoria, pérdida de peso, contenido de sólidos solubles totales, acidez, pH e intensidad respiratoria. Efectuando una comparación permitió mantener la calidad de la fruta hasta 10 días de almacenamiento en refrigeración y esto significó un aumento de 3 días de vida útil (Ramirez, 2012).

Los resultados obtenidos muestran que los daños en los frutos de granadilla fueron aumentando a medida que aumentaba el tiempo, temperatura y humedad relativa de almacenaje. Estos resultados son similares reportados en frutas de la pasión en cultivares amarillos y púrpura por (Mohammed, 2003), quien encontró que la

disminución del porcentaje de frutos comercializables se dio principalmente por múltiples infecciones, las cuales fueron transcurriendo a medida que aumentaba el tiempo de almacenaje.

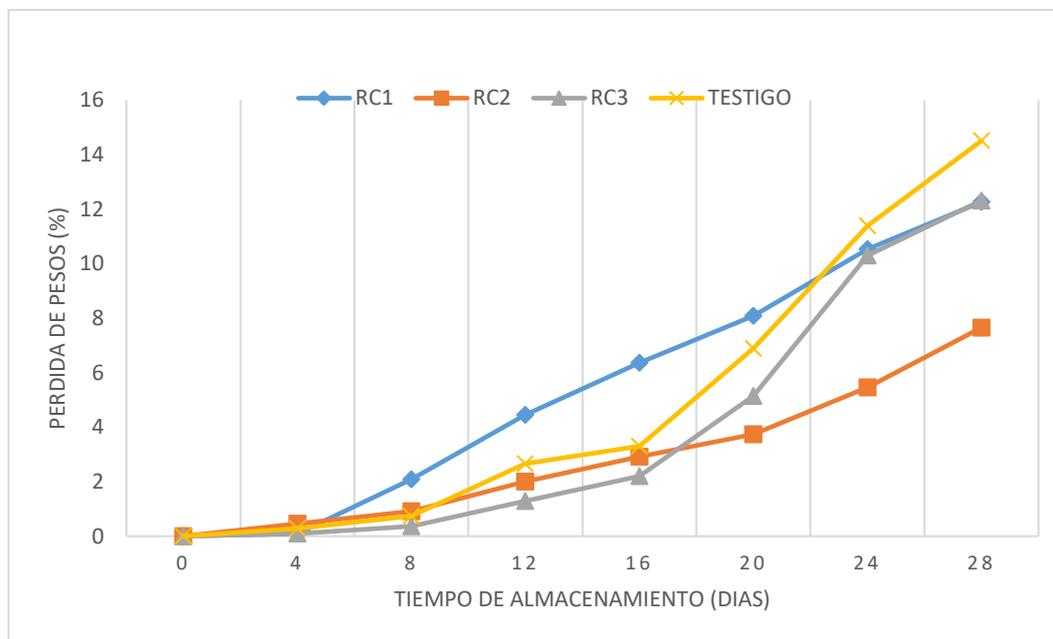


Figura 10. Efecto del factor de variación de peso a condiciones refrigeradas

Se considera el análisis estadístico ANVA (Anexo 3, Tabla 16) del diseño de bloques completamente al azar con un nivel de 95% de confianza, se observa que para los recubrimientos no existe diferencia significativa en la pérdida de peso en granadillas colombianas, en cuanto a tiempo existe diferencia significativa con la pérdida de peso.

En cuanto al test de Tukey al ( $p < 0.05$ ) para la pérdida de peso en condiciones refrigeradas se determinó que el recubrimiento es diferente entre RC2 y el testigo. Los frutos de granadilla que recibieron el recubrimiento de RC2 fueron los que presentaron la menor pérdida de peso en condiciones refrigeradas hasta los 28 días de recubrimiento y con mayor pérdida de peso el testigo, que se muestra en el anexo 3.

#### 4.2.2. Firmeza de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)

Con respecto a la firmeza de las muestras de granadilla colombiana en condiciones refrigeradas, se muestra en la Tabla 11 y Figura 11 una disminución gradual de los valores de firmeza para todos los recubrimientos a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, los resultados de la firmeza en función al recubrimiento, temperatura y humedad relativa, destacándose el recubrimiento REC2 de 2,00 kg/cm<sup>2</sup> con menor pérdida de firmeza con relación al testigo de 1.60 kg/cm<sup>2</sup>, REC1 con 1.90 kg/cm<sup>2</sup> y REC3 con 1.80 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, entonces la firmeza es el único de los parámetros que cambia en forma similar a la respiración, marcando con un ablandamiento el descenso en la respiración y el inicio del envejecimiento en función a la temperatura y humedad relativa en condiciones refrigeradas.

Tabla 11

*Valores de firmeza (kg/cm<sup>2</sup>) de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas de (5°C a H.R. 43%)*

Tratamientos	Días								Promedio
	0	4	8	12	16	20	24	28	
RC1	3.60	3.40	3.30	3.10	2.90	2.60	2.30	1.90	2.89
RC2	2.40	2.40	2.40	2.30	2.20	2.10	2.00	2.00	2.23*
RC3	2.70	2.30	2.20	2.10	2.10	2.00	1.90	1.80	2.14
TESTIGO	2.50	2.30	2.10	2.00	1.90	1.80	1.70	1.60	1.99

La firmeza es un parámetro crítico de calidad para las frutas, debido a que la frescura del tejido vegetal de la fruta es directamente relacionada con la textura, por lo que una apariencia blanda puede ser causal de rechazo del producto por parte del consumidor, (Nongtaodum y Jangchud, 2009).

Los recubrimientos comestibles a base de mucílago de penca sábila aplicados sobre fresas frescas logran aumentar su vida útil en 10 días, disminuyendo las pérdidas de humedad, el índice de respiración y manteniendo la firmeza (Restrepo, 2009).

Resultados similares encontró Saldarriaga, (1998) durante el almacenamiento de granadilla. La pérdida de firmeza es atribuida a la degradación de la pectina y celulosa que debilitan la pared celular. Se demuestra en el día 15 de almacenamiento, estadísticamente no existe diferencia significativa entre los valores de firmeza entre los tratamientos a un nivel de confianza del 95%. En este

periodo la granadilla del tratamiento T9 presentó una firmeza aproximada de 6.9. Lb-f. Entonces para corroborar debo manifestar el suscrito a evaluado la firmeza de la granadilla colombiana en (kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente.

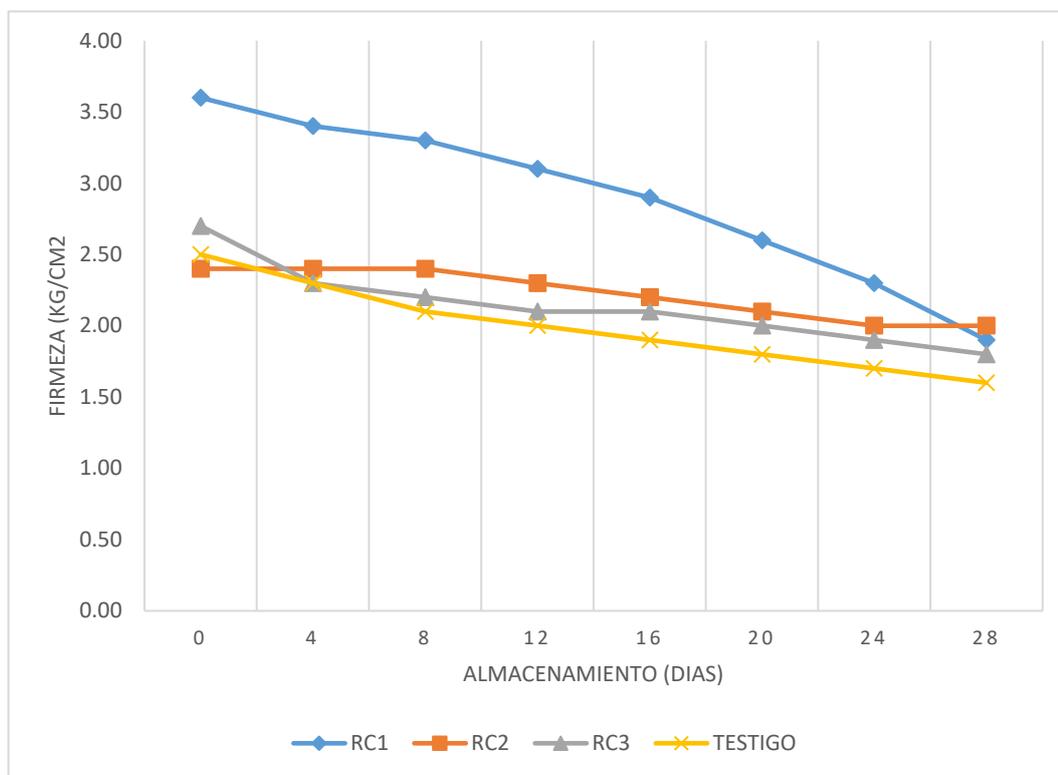


Figura 11. Efecto del factor de la firmeza de la granadilla colombiana a condiciones refrigeradas

Análisis de varianza para la firmeza se observa (Anexo 3, tabla 19) se evidencia diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) en función al recubrimiento por el tiempo de almacenamiento a temperatura de refrigeración, indicando que los factores actúan de forma dependiente sobre los cambios de firmeza, por efecto del factor de recubrimiento y tiempo en la firmeza de las granadillas colombianas recubiertas con Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween 80.15%, los métodos empleados dan como resultado diferencia estadísticamente significativa de recubrimiento en función al tiempo de conservación durante 28 días de almacenamiento, es la que se mantiene con menor pérdida de firmeza.

La prueba de significancia Tukey a los días 28, se muestra en el Anexo 3, tabla 20 hay diferencia significativa, con menor firmeza fui el testigo y siendo con mayor firmeza el recubrimiento RC2 en los días de tratamiento, en combinación de estos

factores expresados en tratamientos, lo cual indica que la temperatura y la humedad relativa juega un rol importante durante el tiempo de almacenamiento para dar su vida útil de la granadilla colombiana.

#### 4.2.3. pH de la granadilla colombiana condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)

En la Tabla 12 y Figura 12, se observa que hay diferencia entre recubrimientos en las granadillas colombianas, el RC2 muestra valor promedio de 5.05 de pH de menor disminución, por otro lado, el RC3 muestra un aumento en 5.28 de pH, por la aplicación de recubrimiento comercial no ayudo a mantener el pH del fruto, el RC1 muestra un aumento de 5.29 de pH, en promedio y el testigo de valor promedio de 5.43 de pH.

Tabla 12

*Valores de pH de la granadilla colombiana a condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)*

Tratamientos	Días								Promedio
	0	4	8	12	16	20	24	28	
RC1	4.75	4.83	4.87	5.11	5.57	5.62	5.74	5.82	5.29
RC2	4.70	4.78	4.82	4.94	5.17	5.27	5.34	5.43	5.05*
RC3	4.78	4.83	4.89	5.01	5.24	5.74	5.84	5.88	5.28
TESTIGO	4.83	4.94	5.18	5.34	5.47	5.79	5.88	5.97	5.43

En los tratamientos conservados a refrigeración, mientras más se conserva la fruta, el pH aumenta en mínima cantidad, de igual manera como afirma García, (2008) la variación del pH con el tiempo presenta mínimas diferencias, son los mejores tratamientos por presentar las menores medias de concentración de iones hidrógeno.

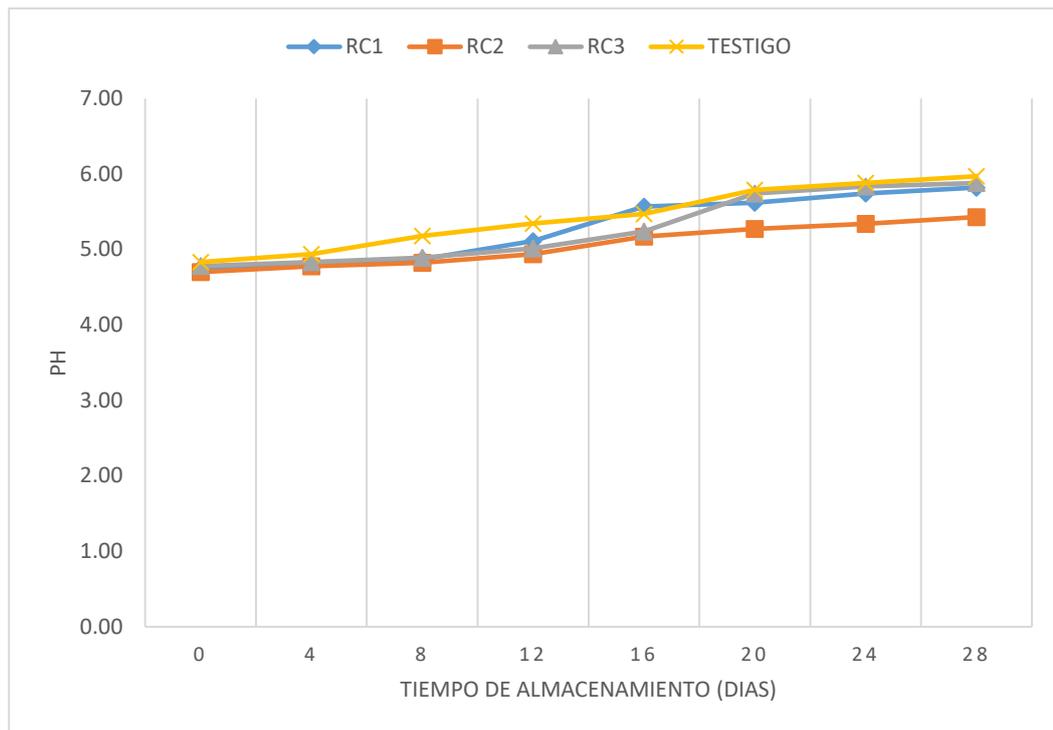


Figura 12. Efecto del factor de pH de la granadilla colombiana a condiciones refrigeradas

El análisis de varianza ANVA (Anexo 3, Tabla 22), muestra que existe diferencia significativa con los recubrimientos biopolímeros comestibles empleados tuvieron diferentes valores de pH ya que influyeron de manera diferente.

La prueba Tukey (Anexo 3, Tabla 23) que hay diferencia estadísticamente significativa entre las granadillas colombianas tratadas con los RC1, RC2, RC3 destacando el RC2 diferenciándose de los demás recubrimientos.

#### 4.2.4. Sólidos solubles totales (°Brix) de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas en 5°C a H.R. 43%

En la Tabla 13 y Figura 13 se observa que a medida que los frutos maduran, el contenido de sólidos solubles aumenta debido a los procesos de deshidratación y en los azúcares simples incrementan, siendo ésta una característica notable en la fruta de granadilla colombiana, almacenado a una temperatura de 5°C y humedad relativa de 43%, el recubrimiento RC1 con promedio de 12.40 °Brix, RC2 con promedio de 10.59 °Brix, RC3 con promedio de 10.85 °Brix y el testigo con promedio de 12.03 °Brix a los 28 días de almacenamiento, entonces el recubrimiento RC2 (encerados con RC2 con Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween

80.15%), perdió menor proporción de °Brix de sólidos solubles de la granadilla colombiana y en la mayor proporción el testigo.

El contenido de sólidos solubles totales que está constituido por 80 a 95% de azúcares; la concentración de °Brix se encuentra asociada con los azúcares disueltos en el jugo celular; el aumento de azúcares es producto de la hidrólisis del almidón y/o la síntesis de la sacarosa, así como de la oxidación de ácido consumido en la respiración, por lo tanto, de acuerdo que la fruta va madurando los azucares van incrementando (Hernández, 2001 citado en Lancho *et al.*, 2007).

Tabla 13

*Sólidos solubles totales promedio (°Brix) de la granadilla colombiana controladas a condiciones refrigerantes de (5°C a H.R. 43%)*

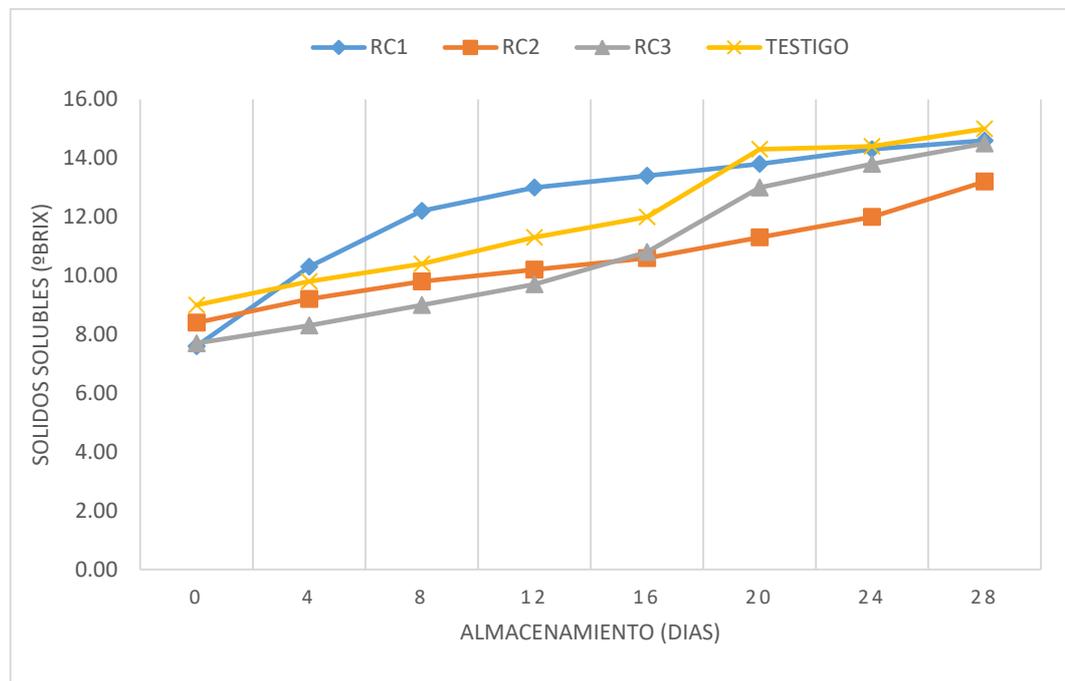
Tratamientos	Días								Promedio
	0	4	8	12	16	20	24	28	
RC1	7.60	10.30	12.20	13.00	13.40	13.80	14.30	14.60	12.40
RC2	8.40	9.20	9,80	10.20	10.60	11.30	12.00	13.20	10.59*
RC3	7.70	8.30	9.00	9.70	10.80	13.00	13.80	14.50	10.85
TESTIGO	9.00	9.80	10.40	11.30	12.00	14.30	14.40	15.00	12.03

En el caso de la granadilla almacenada a temperatura de refrigeración, los sólidos solubles totales aumentaron de igual manera hasta el día 20 y posteriormente se mantuvieron valores constantes hasta alcanzar la madurez comercial hasta el día 26, con un valor promedio final de 15.48 °Brix (Córdova, 2017).

Un factor importante a considerar a la hora de cuantificar el parámetro de calidad, es el relacionado con la temperatura del jugo. Debido a que cuando los materiales se expanden tiende a ver menos densidad, por lo que temperaturas superiores a 5.6 °C del rango óptimo de análisis para el refractómetro, tienden a generar diferencias de hasta 0.5% en el valor obtenido de sólidos solubles totales (Rojas, 2019). Cabe mencionar que el estudio de investigación realizado de la granadilla colombiana es muy variable en función a humedad relativa y temperatura que se ha manejado durante el tratamiento en función al tiempo.

Se observan los cambios en los valores de sólidos solubles totales (SST) de granadilla colombiana durante el almacenamiento en condiciones refrigeradas. Los

valores presentan un comportamiento oscilatorio debido a las diferencias entre tratamientos reflejado por el estado de madurez de las frutas.



*Figura 13.* Efecto del factor de sólidos solubles (°Brix) de la granadilla colombiana a condiciones refrigeradas

El análisis de varianza ANVA (Anexo 3, Tabla 25) donde se observa que hay diferencia estadísticamente significativa entre los recubrimientos con el tiempo, los datos reportados se asemejan a los estudios de Puga, (2021) hay diferencia entre ambos recubrimientos; sin embargo, el testigo muestra una tendencia incrementar durante los 28 días de almacenamiento.

El efecto de factores a temperatura refrigerada se puede apreciar el comportamiento de la prueba Tukey ( $p < 0.05$ ) (Anexo 3, Tabla 26) presenta como mejor tratamiento con el recubrimiento de biopolímero comestible el RC2 que presenta los sólidos solubles con los menores °Brix, favoreciendo en el proceso de madurez.

#### 4.2.5. Acidez titulable en (% de ácido cítrico) de la granadilla colombiana en condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)

En la Tabla 14 y Figura 14 se observa los promedios del porcentaje de acidez titulable para las condiciones refrigeradas, lo que nos muestra la evolución que tuvo durante 28 días de almacenamiento, en donde el recubrimiento RC1 tiene un promedio de 0.55% de acidez, el tratamiento RC2 presenta un promedio de 0.54% de acidez, RC3 con promedio de 0.58% de acidez y el testigo cuyo promedio fue de 0.62% de acidez todos expresados en ácido cítrico, el recubrimiento RC2 con acidez muy bajo que los demás recubrimientos de las granadillas, debo indicar que la acidez va variando en función al comportamiento de pH.

Tabla 14

*Acidez titulable en (% ácido cítrico) de la granadilla colombiana controladas en condiciones refrigeradas (5°C a H.R. 43%)*

Tratamientos	Días								Promedio
	0	4	8	12	16	20	24	28	
RC1	0.83	0.69	0.59	0.52	0.49	0.45	0.41	0.39	0.55
RC2	0.78	0.73	0.69	0.64	0.44	0.39	0.36	0.34	0.54*
RC3	0.69	0.66	0.64	0.61	0.57	0.52	0.50	0.49	0.58
TESTIGO	0.83	0.72	0.69	0.62	0.58	0.53	0.51	0.47	0.62

El tratamiento con recubrimiento a base de aloe vera se presenta como una alternativa agroindustrial eficaz para conservar la calidad y prolongar el tiempo de duración del mango mínimamente procesado hasta por 12 días en refrigeración a 4°C y 89.6% HR. (Flórez *et al.*, 2012).

La fruta con la maduración, en general, se produce un aumento en la acidez de la pulpa. En las fases iniciales del crecimiento del fruto, la concentración de azúcares totales, reductores y no reductores, es baja. Cuando la maduración progresa, los azúcares totales aumentan rápidamente con la aparición de glucosa y fructosa (Rahman, 2002).

Los tratamientos durante el almacenamiento, indicaría que el proceso de senescencia se está desarrollando, tal como mencionan Rojas, (2019) sobre la baja concentración de azúcares y desaparición del ácido en la guayaba.

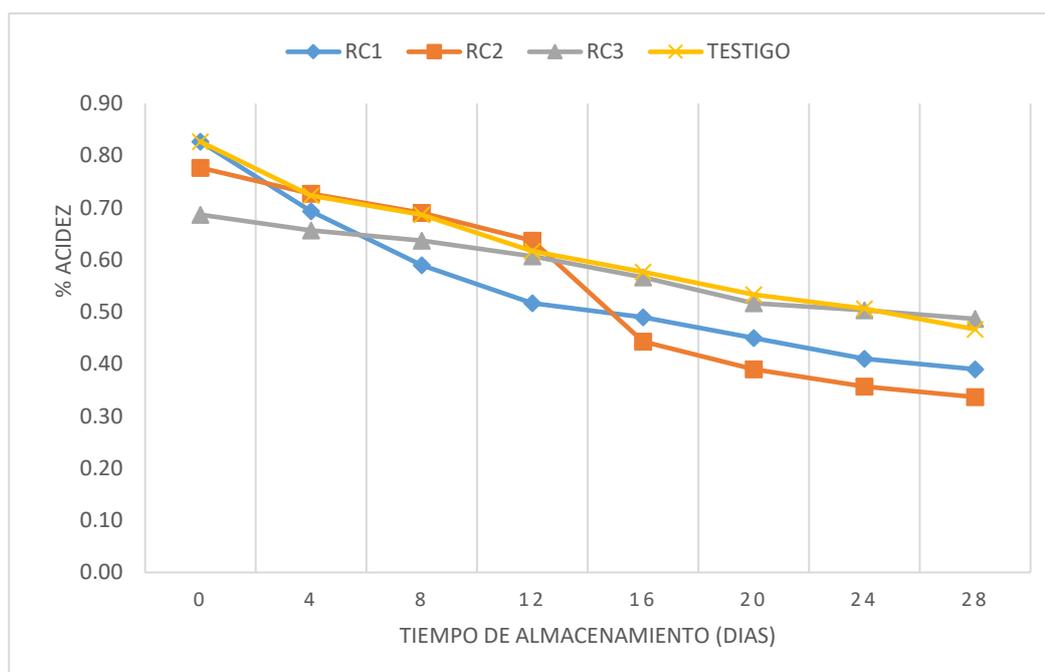


Figura 14. Efecto del factor de acidez expresado (% ac. Cítrico) de la granadilla colombiana a condiciones refrigeradas

Con el análisis de varianza ANVA realizado por los tratamientos (Anexo 3, Tabla 28) el resultado mostró que existe diferencia estadística significativa la acidez titulable demuestra diferencias entre los tratamientos con el tiempo.

Los métodos de conservación aplicados de manera diferente la estabilidad de acidez titulable en la significancia de Tukey ( $p < 0.05$ ) donde no hay diferencias entre recubrimientos, como se muestra en el (Anexo 3, Tabla 29) en condiciones refrigeradas.

## CONCLUSIONES

Del trabajo de investigación en poscosecha de granadilla colombiana en condiciones naturales y refrigeradas se concluye:

- En condiciones naturales, los recubrimientos de biopolímeros comestibles tuvieron efecto sobre propiedades fisicoquímicas de granadilla colombiana, obteniéndose un mejor resultado con el recubrimiento (RC2), donde hay un retardo de maduración, con menor pérdida de peso de 11.77% de promedio, firmeza inicialmente fui de 2.9 kg/cm<sup>2</sup> llegando a 1.6 kg/cm<sup>2</sup> al día 28 de su tratamiento a un promedio de 2.36 kg/cm<sup>2</sup>, 5.06 pH de promedio, SST 10.35 °Brix de promedio y el acidez titulable expresado en % de ácido cítrico 0.54% de promedio con el recubrimientos de Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween 80.15%.
- En condiciones refrigeradas, los recubrimientos de biopolímeros comestibles tuvieron efecto sobre propiedades fisicoquímicas de granadilla colombiana, obteniéndose un mejor resultado con el recubrimiento RC2, de igual manera donde se efectuó un tiempo de maduración aceptable, la pérdida de peso fue 3.30% de promedio, su firmeza inicialmente fue de 2.4 kg/cm<sup>2</sup> llegando a 2.0 kg/cm<sup>2</sup> hasta el día 28 de tratamiento y 2.23 kg/cm<sup>2</sup> de promedio, 5.05 pH de promedio, SST 10.59 °Brix de promedio y la acidez titulable expresado en % de ácido cítrico 0.54% de promedio efectuados con recubrimiento de Aloe vera 78.5%, glicerol 3.5%, Alginato de sodio 3% y Tween 80.15%.

## RECOMENDACIONES

De los resultados y conclusiones se recomienda lo siguiente:

- Para mejorar la conservación en condiciones naturales de la granadilla colombiana, se recomienda a los productores aplicar las operaciones de beneficio poscosecha para que de esta manera alargue el tiempo de vida útil y disminuya el deterioro y/o sobre maduración de la fruta.
- Se recomienda almacenar a diferentes temperaturas y humedad relativa en condiciones refrigeradas, con un estado variable de madurez, con gran eficacia en el desarrollo de sus propiedades físico químico y nutricional de la granadilla.
- Implementar diversas tecnologías de conservación de la fruta, utilizando atmósferas controladas y modificadas y otro tipo de recubrimiento como, envolturas “Wrapmaster film”, etc. Para evitar alteraciones en las características físicas y organolépticas de la granadilla.
- Realizar estudios similares con otras variedades de *Passiflora lijularis* proveniente de zonas distintas de la región de Puno.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, J. J. R., Arévalo, E. P., Díaz, A. L. J., Galindo, J. R. Á., Rodríguez, M. E. A., & Rivero, M. R. C. (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis*) Medidas para la temporada invernal. *Instituto Colombiano Agropecuario*, 28. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/getattachment/ee408b8b-fd44-4cca-bf0b-44b6c34972e9/->
- Alvarado, D. A., Márquez, L. V., Pretell, C. V., & Minchón, C. (2011). Influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre las características físicoquímicas y sensoriales de granadilla. *Ucv - Scientia*, 3(1), 101–109.
- Alves, G., & Geraldo, L. (2013). *Poscosecha Biología y Tecnología* (Fibrichs (ed.)).
- Alzamora, S. M., Guerrero, S. N., Nieto, A. B., & Vidales, S. L. (2004). *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas*. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Recuperado de <https://www.fao.org/3/y5771s/y5771s00.htm>
- Angón, P. G., Santos, N. F., & Hernández, C. G. (2006). Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. *Temas De Ciencia Y Tecnología*, 10, 3–8. Recuperado de <https://www.utm.mx/~temas/temas-docs/ensayo1t30.pdf>
- AOAC INTERNATIONAL. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. *Aoac*, 12–26. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/292783651\\_AOAC\\_2005](https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005)
- Arevalo, L., Saucedo, C., & Larriva, J. (2004). *Efecto del uso de películas plásticas y el preacondicionamiento en la calidad de frutos de toronja (Citrus paradisi Macf.)*. *Proceedings of the Interamerican Society For Tropical Horticulture*.
- Arias, C. V., & Toledo, J. H. (2007). Manual de manejo postcosecha de frutas Tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos). *Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación (FAO)*, 1, 50. Recuperado de <https://www.fao.org/3/ac304s/ac304s.pdf>

- Balaguera, H. E. L., & Herrera, A. A. (2012). Determinación del punto óptimo de cosecha de frutos de champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P.) con base en el color de la epidermis. *Ingeniería e Investigación*, 32(1), 88–93. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/39744/28523-102135-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barreiro, J. M., & Saldoval, A. B. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas* (1a ed.). Editorial Equinoccio. Recuperado de [https://books.google.co.cr/books?id=r7y3XuFAB8UC&printsec=frontcover&hl=es&source=gb\\_s\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.cr/books?id=r7y3XuFAB8UC&printsec=frontcover&hl=es&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Bernal, J. A. (2011). El cultivo de la granadadilla (*Passiflora ligularis*). *Frutas Tropicales*. Recuperado de [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/31299/38191\\_20012.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/31299/38191_20012.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bittencourt, L. P. (2003). *Uso De Embalagens Plásticas Na Conservação Pós- Colheita e Qualidade ded Mangas Haden 2H Palmer e Tommy Atkins*. Recuperado de <http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/repositorio/storage/pb1861901.pdf>
- Bosquez, M. E. (2004). Desarrollo de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para la conservación de frutas. *Revista Chapingo. Serie Ingeniería Agropecuaria*, 5–9. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-chapingo-serie-ingenieria-agropecuaria/articulo/desarrollo-de-recubrimientos-comestibles-formulados-con-goma-de-mezquite-y-cera-de-candelilla-para-la-conservacion-de-frutas>
- Cáceres, I., Mulkay, T., Rodríguez, J., & Paumier, A. (2017). *Conservación de productos hortofrutícolas*. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Recuperado de <https://docplayer.es/4234164-Conservacion-de-productoshortofruticolas.html>

- Cadena, E. (2013). *Estudio de Factibilidad para la Creación de una Microempresa, dedicada a la Producción y Comercialización de Granadilla de Hueso en la Parroquia de San Roque, Cantón Antonio Ante, Provincia De Imbabura* [Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2486/1/02\\_ICA\\_496\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2486/1/02_ICA_496_TESIS.pdf)
- Campos, C., Gerschenson, L., & Flores, S. (2011). Development of Edible Films and Coatings with Antimicrobial Activity. *Food and Bioprocess Technology*, 849–875. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-010-0434-1>
- Castillo, S., Navarro, D., Zapata, P. J., Valero, D., Serrano, M., & Martínez, D. (2010). Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biology and Technology*, 57(3), 183–188. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092552141000089X>
- Ceballos, D. F. E. (2010). *Evaluación del manejo poscosecha en el proceso agroindustrial de la hacienda trigueros y capitanes dedicada a la actividad de cítricos. Municipio de Girón Santander.* Recuperado de [http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/575/1/Evaluacion\\_del\\_manejo\\_poscosecha\\_agroindustrial.pdf](http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/575/1/Evaluacion_del_manejo_poscosecha_agroindustrial.pdf)
- Celi, D. M. C. (2013). *Análisis de la productividad de la granadilla en el cantón Patate provincia del Tungurahua* [Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1489/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-42.pdf>
- Cerdas, M. del M. A., & Castro, J. J. R. (2003). Manual Práctico Para La Producción, Cosecha Y Manejo Poscosecha del Cultivo de Granadilla (*Pasiflora ligularis*, Juss). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*, 64. Recuperado de [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec-granadilla.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-granadilla.pdf)
- Chambi, H., & Grosso, C. (2011). Effect of surfactants on the functional properties of gelatin–polysaccharide-based films. *European Food Research and Technology*, 63–69. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-010-1361-0>

- Chamorro, L. H. (2014). *Caracterización Físico-Química del Ovo (Spondia purpurea L) de Ambuquí* [Universidad Pública de Navarra]. Recuperado de [http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/12226/Liliana Chamorro TyC - IAA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/12226/Liliana%20Chamorro%20TyC%20IAA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Córdova, A. (2017). ESTUDIO DEL MANEJO POSTCOSECHA DE LA GRANADILLA *Passiflora ligularis L.* In *Universidad Tecnica del Norte*.
- Córdova, M. A. R. (2017). Estudio del Manejo de Poscosecha de la granadilla *Passiflora ligularis L.* *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE*, 4–11. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6040?locale=en>
- Cortes, S. F. A. (2003). *Estandarización del proceso de encerado en la máquina SOMCA 1- Colombia para evaluar técnicamente dos tipos de cera (Prima Fresh 50E y Britex 521) como medio de conservación del durazno melocotón en la empresa Frutas finas & Cía* [Universidad de la Sabana-Santa Fé-Bogotá-Colombia]. Recuperado de <https://studylib.es/doc/5005027/estandarizacion-del-proceso-de-encerado-en-la>
- Cortez, S. (2015). *Estandarización del proceso de encerado en la máquina 563 SOMCA 1* (Finas & Cía (ed.)).
- Cuenca, C. M. (2017). Desarrollo de recubrimientos de biopolímeros para la implementación en el fruto uchuva (*Physalis peruviana L*) evaluando su efecto en la vida útil de la fruta [Universidad de los Andes]. In *Tesis*. Recuperado de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/40469/u806699.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, R. G. (2015). *Films biodegradables antimicrobianos a base de almidón y gelatina* [Universidad Politécnica de Valencia]. Recuperado de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56543/DÍAZ - FILMS BIODEGRADABLES ANTIMICROBIANOS A BASE DE ALMIDÓN Y GELATINA.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56543/DÍAZ%20-%20FILMS%20BIODEGRADABLES%20ANTIMICROBIANOS%20A%20BASE%20DE%20ALMIDÓN%20Y%20GELATINA.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Diezma, B., & Ruiz, M. A. (2004). *Propiedades acústicas aplicadas a la determinación de los parámetros de calidad interna de productos hortofrutícolas*. 35, 20–25. Recuperado de <https://doi.org/https://oa.upm.es/6419/>

- EDANE. (2016). El cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.), y los efectos de la temporada seca. *Boletín Mensual Insumos y Factores Asociados a La Producción Agropecuaria*, 48, 99. Recuperado de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos\\_jun\\_2016.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_jun_2016.pdf)
- Escobar, O. (2012). *Análisis de la unidad productiva de granadilla en Venecia-Cundinamarca*. Cultivos Para Todos. Por Medio Del Programa Jóvenes Rurales Emprendedores Del SENA de Girardot (Colombia). Recuperado de <http://cultivosparatodos.blogspot.com/>
- Espinoza, A. N. M., & Mejía, N. O. (2016). *Propuesta de mejoramiento de manejo post cosecha de la granadilla (Passiflora ligularis juss) en el distrito de Chinchao 2016* [Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco]. Recuperado de <https://1library.co/document/yj7eoj5y-propuesta-mejoramiento-cosecha-granadilla-passiflora-ligularis-distrito-chinchao.html>
- Fernández, D. V., Bautista, S. B., Fernández, D. V., Ocampo, A. R., García, A. P., & Falcón, A. R. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 52–57. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/317517584\\_Peliculas\\_y\\_recubrimientos\\_comestibles\\_una\\_alternativa\\_favorable\\_en\\_la\\_conservacion\\_poscosecha\\_de\\_frutas\\_y\\_hortalizas](https://www.researchgate.net/publication/317517584_Peliculas_y_recubrimientos_comestibles_una_alternativa_favorable_en_la_conservacion_poscosecha_de_frutas_y_hortalizas)
- Fischer, G. (2010). Condiciones ambientales que afectan crecimiento, desarrollo y calidad de la pasifloráceas. In *Primer Congreso Latinoamericano de Passiflora* (Vol. 1). Recuperado de <https://www.academia.edu/download/54459195/GULIPA.pdf#page=17>
- Fischer, G., Miranda, D., Piedrahita, W., & Romero, J. (2005). *Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.)* (1a ed.). Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Gerhard-Fischer-2/publication/258052317\\_Avances\\_en\\_cultivo\\_poscosecha\\_y\\_exportacion\\_de\\_la\\_uchuva\\_Physalis\\_peruviana\\_L\\_en\\_Colombia/links/0deec526dc02585545000000/Avances-en-cultivo-poscosecha-y-exportacion-de-la-uchuva-](https://www.researchgate.net/profile/Gerhard-Fischer-2/publication/258052317_Avances_en_cultivo_poscosecha_y_exportacion_de_la_uchuva_Physalis_peruviana_L_en_Colombia/links/0deec526dc02585545000000/Avances-en-cultivo-poscosecha-y-exportacion-de-la-uchuva-)

- Flórez, L. M., Pérez, L. V., Melgarejo, L. M., & Hernández, S. (2012). Caracterización fisicoquímica, fisiológica y bioquímica del fruto de gulupa (*Passiflora edulis Sims*) como indicadores para el punto óptimo de cosecha. In Predumedios (Ed.), *Ecofisiología del cultivo de la gulupa (Passiflora edulis Sims)* (p. 147). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=rJotDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA53&dq=Moreno,+L.%3B+Orjuela,+N.%3B+Hernández,+M.+y+Melgarejo,+L.+2010&ots=BD8k9fMBA\\_&sig=W665aFFWojNa-bL96AEBYzGDvFI#v=onepage&q=Moreno%2C L.%3B Orjuela%2C N.%3B Hernández%2C M. y Mel](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=rJotDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA53&dq=Moreno,+L.%3B+Orjuela,+N.%3B+Hernández,+M.+y+Melgarejo,+L.+2010&ots=BD8k9fMBA_&sig=W665aFFWojNa-bL96AEBYzGDvFI#v=onepage&q=Moreno%2C L.%3B Orjuela%2C N.%3B Hernández%2C M. y Mel)
- Fonseca, M., & Barrera, N. (2006). *Relación semilla/fruto en dos passifloras: granadilla (Passiflora ligularis Juss.) y gulupa (Passiflora edulis Sims.)*. Gráfica, Urao, Colombia.
- Fornaris, G. J. (2007). Cosecha y manejo postcosecha. *Conjunto Tecnológico Para La Producción de Tomate*, 1–16. Recuperado de <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/TOMATE-Cosecha-y-Manejo-Postcosecha-v2007.pdf>
- Fortiz, J., Ruiz, J., & Rodriguez, A. (2011). Efecto de recubrimiento con quitosano 578 y cera comercial en la calidad de naranja “valencia.” In *Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal* (pp. 123–125). Sonora.
- Gallo, F. P. (1996). Patología post-cosecha de frutas y hortalizas. *Manual de Fisiología, Patología Post-Cosecha y Control de Calidad de Frutas y Hortalizas*. Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/31951?show=full>
- García, M. M. C. (2008). *Manual de manejo Cosecha y Poscosecha de Granadilla* (Corporación, Issue April). Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/14434>

- Gil, S. G. (2003). *Fruticultura: Madurez de la Fruta y Manejo Poscosecha: Fruta de climas templado y subtropical y uva de vino* (Universidad Católica de Chile (ed.)). Recuperado de <https://www.casadellibro.com/libro-fruticultura-madurez-de-la-fruta-y-manejo-poscosecha-fruta-de-c-limas-templado-y-subtropical-y-uva-de-vino/9789561406223/918203>
- Gil, S. G. (2012). Fruticultura: madurez de la fruta y manejo poscosecha. In Universidad Católica de Chile (Ed.), *Frutas de clima templado y subtropical* (4a ed. act). Recuperado de <https://www.peruebooks.com/ebook/0213352/fruticultura-madurez-de-la-fruta>
- Gonzales, K. B. S., & Espinoza, M. I. (2019). *Evaluación de un recubrimiento comestible de Aloe Vera (Aloe barbadensis Miller) en la conservación de durazno (Prunus pérsica) mínimamente procesado* [Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco-Perú]. Recuperado de <https://1library.co/document/yr32rlvy-evaluacion-recubrimiento-comestible-barbadensis-conservacion-persica-minimamente-procesado.html>
- Hortog, M. (2004). *Fundamentos de fisiología vegetal* (Mc-Graw Hill (ed.)).
- Hoyos, C. (2016). Influencia del Descerado y Composición del Almíbar en la Optimización del Tratamiento Térmico. In *Conserva de Aguaymanto* (1a ed., p. 173).
- Huamaní, A. (2015). Modelamiento del comportamiento de calidad en postcosecha del tumbo (*Passiflora mollissima* Bailey). *Instituto de Investigación*, 44–45.
- Ibañez, Q. V. (2009). *Análisis y diseño de experimentos* (Editorial Universitaria (ed.); 1a ed.). Recuperado de <https://pdfcookie.com/documents/pdfcookie-52e1y3ogrdrv8>
- Lamua, M. S. (2000). *Aplicación del frío a los alimentos* (A. Madrid Vicente Ediciones : Mundi Prensa (ed.)). Recuperado de [https://www.margenlibros.com/libro/aplicacion-del-frio-a-los-alimentos\\_134736](https://www.margenlibros.com/libro/aplicacion-del-frio-a-los-alimentos_134736)

- Lanchero, O., Velandia, G., Fischer, G., Varela, N. C., & García, H. (2007). Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en poscosecha bajo condiciones de atmósfera modificada activa. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 8(1), 61–68. Recuperado de [https://doi.org/10.21930/rcta.vol8\\_num1\\_art:84](https://doi.org/10.21930/rcta.vol8_num1_art:84)
- Lee, J. Y., Park, H. J., Lee, C. Y., & Choi, W. Y. (2003). Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *LWT - Food Science and Technology*, 3, 323–329. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643803000148>
- Loor, R. K. C., Mesías, F. W. G., Prado, A. del J. C., Molina, M. A. G., & Montesdeoca, C. M. V. (2016). Evaluación postcosecha de naranjas almacenadas con agentes de recubrimiento. *Revista ESPAMCiencia*, 59–65. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-espamciencia/articulo/evaluacion-postcosecha-de-naranjas-almacenadas-con-agentes-de-recubrimiento>
- López, A. C. (2003). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado. *Boletín de Servicios Agrícolas de La FAO 151-ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN*. <https://toaz.info/doc-view>
- Lopez, J. H. (2000). Manejo poscosecha de frutas y hortalizas. *Proyecto Fortalecimiento y Capacitación Técnico Empresarial Para Cuatro Microempresas Agroindustriales Del Municipio de Granada*, 86. Recuperado de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6755/1/067.pdf>
- Martínez, B. V., Pérez, G. M., & Palou, L. (2020). Desarrollo de un nuevo recubrimiento comestible antifúngico para los cítricos. *Revista de Tecnología e Higiene de Los Alimentos*, 22–24. Recuperado de <http://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/7421>
- Miller, R. (2007). *Recubrimientos para frutas y hortalizas* (Farmesa Frix (ed.)).
- Mohammed, M. (2003). *Storage of passion fruits in polymeric films*. *Interamerican Society For Tropical Horticulture* (Ed. Campbell R. Santo Domingo (ed.)).

- Morales, A. L., & Melgarejo, L. M. (2010). *Desarrollo de productos funcionales promisorios a partir de la guayaba (Psidium guajava L.) para el fortalecimiento de la cadena productiva*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11139>
- Morales, N. B. P., & Robayo, A. E. R. (2015). Recubrimientos Para Frutas. *Alimentos Hoy*, 23(35), 20–32. Recuperado de <http://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/312/280>
- Muñoz, C. C., Espadas, C. R., Amaro, M. Á. T., Can, C. M. M., Luna, M. S., & Pat, D. E. C. (2011). Fruticultura: El arte de la alimentación. *Boletín Aserca Regional Peninsular*. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/13121427/fruticultura-el-arte-de-la-alimentacion-aserca>
- Noblecilla, V. N. O. (2017). Tipo de empaque y tiempo de almacenaje en frío en frutos de Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) [Universidad Nacional Agraria La Molina]. In *Tesis*. Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3022>
- Noblecilla, V., & Parodi, G. (2018). Tipo de empaque y tiempo de almacenaje en frío en frutos de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). *Universidad Agraria La Molina*, 79(2), 502–510. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6830800.pdf>
- Nongtaodum, S., & Jangchud, A. (2009). Effects of Edible Chitosan Coating on Quality of Fresh-Cut Mangoes (Fa-lun) During Storage. *Ksetstar J Nat Sci*, 43, 283–287. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/266466570\\_Effects\\_of\\_Edible\\_Chitosan\\_Coating\\_on\\_Quality\\_of\\_Fresh-Cut\\_Mangoes\\_Fa-lun\\_During\\_Storage](https://www.researchgate.net/publication/266466570_Effects_of_Edible_Chitosan_Coating_on_Quality_of_Fresh-Cut_Mangoes_Fa-lun_During_Storage)
- Ortiz, F. (2011). *Estudio de factibilidad para la creación de un centro de convenciones en la ciudad de Ibarra provincia de Imbabura* [Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/879/1/02\\_ICA\\_110\\_DESARROLLO\\_DEL\\_TRABAJO\\_DE\\_GRADO..pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/879/1/02_ICA_110_DESARROLLO_DEL_TRABAJO_DE_GRADO..pdf)

- Pauro, V. F. (2016). *Aplicación de dos métodos (encerado o inmersión en Cloruro de calcio) para la conservación poscosecha del aguaymanto (Physalis peruviana) sin cáliz* [Universidad Nacional del Altiplano]. Recuperado de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3272/Pauro\\_Flores\\_Vilma.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3272/Pauro_Flores_Vilma.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Poveda, J. A. P. (2015). *Comportamiento de los parámetros Fisicoquímicos y fisiológicos de la pera variedad triunfo de viena [Pyrus communis, (L). Burn], para identificar condiciones óptimas de cosecha* [Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Recuperado de <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2046/1/TGT-694.pdf>
- Puga, A. M. M. (2021). *Manejo Poscosecha de Granadilla en la parroquia Yangana, Cantón y provincia de Loja* [Universidad Nacional De Loja]. Recuperado de [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23919/1/Adriana Maribel Puga Muima.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23919/1/Adriana_Maribel_Puga_Muima.pdf)
- Quintero, J., Falguera, V., & Muñoz, A. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista TUMBAGA*, 5(1), 93–118. Recuperado de <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/TOMATE-Cosecha-y-Manejo-Postcosecha-v2007.pdf>
- Quispe, M. C., & Hanco, J. M. Z. (2020). Diseño e implementación de termohigrómetro basado en tecnología de Internet de las cosas para el almacenamiento y transporte de alimentos. *Revista Científica I+D Aswan Science 2020*, 1(1), 1–5. Recuperado de <https://www.revistascience.enterprisesadeg.org.pe/index.php/sciencie/article/download/4/4/36>
- Rahman, S. (2002). *Manual de conservación de los alimentos*. Acribia. Recuperado de <https://www.iberlibro.com/Manual-conservación-alimentos-2002-Rahman-Shafiur/6455140342/bd>

- Ramirez, J. D. Q. (2012). *Conservación de mora de castilla (Rubus glaucus Benth) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila (Aloe barbadensis Miller)* [Universidad Nacional de Colombia]. Recuperado de [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9871/71378544.\\_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9871/71378544._2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Reide, R. (2002). *Cambios pos cosecha en las frutas hortícolas*. MeigMontero SAC.
- Restrepo, J. I. F. (2009). *CONSERVACIÓN DE FRESA (Fragaria x ananassa Duch cv. Camarosa) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DE GEL DE MUCILAGO DE PENCA DE SÁBILA (Aloe barbadensis Miller)* [Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín]. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3344>
- Rivera, B., Miranda, D., Avila, L., & Nieto, A. (2002). *Manejo integral del cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis Juss)* (1a ed.). Editorial Litoas. Recuperado de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/4069>
- Rojas, I. del R. R. (2019). Elaboración de néctar tropical de granadilla (*Passiflora ligularis*) con maracuyá (*Passiflora edulis*) edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana*) [Universidad Nacional de Piura]. In *Repositorio de la Universidad Nacional de Piura*. Recuperado de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1454/IND-ROJ-ROM-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saborio, D. (2000). *Tecnología de Frutas y Hortalizas*. Escorpion S.R.Lta.
- Saldarriaga, R. L. (1998). Manejo Post-Cosecha de Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). In SENA de Colombia y el NRI de Inglaterra (Ed.), *Programa Post-Cosecha, Convenio SENA - Reino Unido. SENA Centro Agroindustrial*. Recuperado de <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/5959?show=full>
- Solano, L. G. D., Alamilla, L. B., & Jiménez, C. M. (2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 21, 31–39. Recuperado de <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153>

- Sucapuca, M. B. C. (2013). *Evaluación de la vida en anaquel de la chirimoya (Annona cherimola Mill) mínimamente procesada con el uso de antioxidantes envasada al vacío y amacendada a temperatura baja* [Universidad Nacional del Altiplano-Puno]. Recuperado de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3383/Sucapuca\\_Cayo\\_Miri\\_an\\_Bianca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3383/Sucapuca_Cayo_Miri_an_Bianca.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Tosne, Z. L., Mosquera, S. A., & Villada, H. S. (2014). Efecto de recubrimiento de almidón de yuca y cera de abejas sobre el chontaduro. *Efecto de Recubrimiento de Almidón de Yuca y Cera de Abejas Sobre El Chontaduro*, 12(2), 30–39. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n2/v12n2a04.pdf>
- Valero, D., & Serrano, M. (2010). *Postharvest biology and technology for preserving fruit quality* (Taylor and Francis Group LLC (ed.)). Recuperado de <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781439802670/postharvest-biology-technology-preserving-fruit-quality-daniel-valero-maria-serrano>
- Vásquez, W. C., Vilaplana, R., Viteri, P., Viera, W., & Valencia, S. C. (2016). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en Ecuador. *Agronomía Colombiana*, 34. Recuperado de <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Venegas, B. C. F. (2017). *Uso de tres reguladores de crecimiento en el cuajado y tamaño de fruto de granadilla (Passiflora ligularis Juss.) en el distrito de Oxapampa* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Recuperado de [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/688/1/TO\\_26\\_42007159.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/688/1/TO_26_42007159.pdf)
- Venegas, C. A. F. (2005). *Efecto de aplicaciones foliares de tres reguladores de crecimiento, sobre la calidad y condición de manzanas cultivar royal gala en dos localidades de VII región, temporada 2004/2005*. 2–3. Recuperado de [http://dspace.utralca.cl/bitstream/1950/2782/1/venegas\\_fuentes.pdf](http://dspace.utralca.cl/bitstream/1950/2782/1/venegas_fuentes.pdf)
- Villamizar, F. de B., Gutiérrez, C., & Pulido, Á. (1992). La granadilla, su caracterización física y comportamiento poscosecha. *Ingeniería e Investigación*, 28, 14–23. Recuperado de [http://dspace.utralca.cl/bitstream/1950/2782/1/venegas\\_fuentes.pdf](http://dspace.utralca.cl/bitstream/1950/2782/1/venegas_fuentes.pdf)



Yirat, M. B., García, A. P., Hernández, A. G., Calderín, A. G., & Camacho, N. A. (2009). Evaluación de la calidad de la guayaba, variedad enana roja EEA-1-23, durante el almacenamiento a temperatura ambiente. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(2), 70–73. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/932/93215937013.pdf>



## ANEXOS

## Anexo 1. Tablas de resultados

Tabla 1

*Resultados promedio de características fisicoquímicas a condiciones naturales*

Tratamientos	Tiempo (Días)	Promedios de características fisicoquímicas				
		Peso (gr)	pH	Acidez (%)	Firmeza (Kg/cm <sup>2</sup> )	Control de grado (°Brix)
RC1	0	104.40	4.74	0.79	3.20	9.30
	4	102.10	4.74	0.72	3.10	11.40
	8	101.10	4.79	0.69	3.00	12.40
	12	97.60	4.93	0.64	2.70	13.20
	16	96.20	5.13	0.62	2.40	13.80
	20	84.30	5.33	0.56	2.10	14.20
	24	80.10	5.83	0.54	1.40	14.80
	28	77.40	5.90	0.51	1.20	15.30
RC2	0	107.70	4.77	0.73	2.90	7.90
	4	107.00	4.82	0.63	2.80	8.50
	8	105.60	4.89	0.58	2.60	9.20
	12	98.50	4.91	0.54	2.50	10.00
	16	96.70	4.98	0.51	2.50	10.60
	20	93.50	5.14	0.48	2.30	11.20
	24	84.30	5.44	0.44	1.70	12.00
	28	79.60	5.56	0.39	1.60	13.40
RC3	0	105.60	4.85	0.69	2.50	8.40
	4	104.00	4.86	0.61	2.40	9.20
	8	102.00	4.94	0.60	2.30	10.40
	12	96.70	4.97	0.56	2.20	10.80
	16	95.10	5.15	0.51	2.00	12.30
	20	83.60	5.56	0.50	1.80	13.00
	24	79.60	5.73	0.47	1.50	13.80
	28	74.80	5.75	0.43	1.30	14.50
Testigo	0	104.70	4.90	0.76	2.60	9.70
	4	103.10	4.92	0.70	2.50	10.60
	8	100.10	4.95	0.65	2.20	11.00
	12	96.30	4.78	0.61	2.00	12.20
	16	94.30	5.23	0.53	1.80	13.60
	20	80.60	5.73	0.49	1.50	14.40
	24	76.40	5.87	0.45	1.20	15.20
	28	72.20	5.96	0.40	0.80	15.70

Tabla 2

*Resultados promedio de características fisicoquímicas en condiciones Refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

Tratamientos	Tiempo (Días)	Promedios de características fisicoquímicas				
		Peso (gr)	pH	Acidez (%)	Firmeza (Kg/cm <sup>2</sup> )	Control de grado (°Brix)
RC1	0	110.10	4.75	0.83	3.60	7.60
	4	110.00	4.83	0.69	3.40	10.30
	8	107.80	4.87	0.59	3.30	12.20
	12	105.20	5.11	0.52	3.10	13.00
	16	103.10	5.57	0.49	2.90	13.40
	20	101.20	5.62	0.45	2.60	13.80
	24	98.50	5.74	0.41	2.30	14.30
	28	96.60	5.82	0.39	1.90	14.60
RC2	0	109.80	4.70	0.78	2.40	8.40
	4	109.30	4.78	0.73	2.40	9.20
	8	108.80	4.82	0.69	2.40	9.80
	12	107.60	4.94	0.64	2.30	10.20
	16	106.60	5.17	0.44	2.20	10.60
	20	105.70	5.27	0.39	2.10	11.30
	24	103.80	5.34	0.36	2.00	12.00
	28	101.40	5.43	0.34	2.00	13.20
RC3	0	108.80	4.78	0.69	2.70	7.70
	4	108.70	4.83	0.66	2.30	8.30
	8	108.40	4.89	0.64	2.20	9.00
	12	107.40	5.01	0.61	2.10	9.70
	16	106.40	5.24	0.57	2.10	10.80
	20	103.20	5.74	0.52	2.00	13.00
	24	97.60	5.84	0.50	1.90	13.80
	28	95.40	5.88	0.49	1.80	14.50
Testigo	0	108.90	4.83	0.83	2.50	9.00
	4	108.60	4.94	0.72	2.30	9.80
	8	108.10	5.18	0.69	2.10	10.40
	12	106.00	5.34	0.62	2.00	11.30
	16	105.30	5.47	0.58	1.90	12.00
	20	101.40	5.79	0.53	1.80	14.30
	24	96.50	5.88	0.51	1.70	14.40
	28	93.10	5.97	0.47	1.60	15.00

## Anexo 2. Análisis de la varianza ANVA y Prueba de Tukey en condiciones naturales

Tabla 1

*Análisis de varianza para la pérdida de peso de las granadillas colombianas por los recubrimientos y el tiempo de almacenaje a condicionales naturales*

Variable	N	R2	R2	Aj	CV
Peso (gr)		32	0.98	0.98	1.86

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3741.52	10	374.15	124.26	<0.0001
Recubrimiento	135.89	3	45.30	15.04	<0.0001
Tiempo	3605.63	7	515.09	171.07	<0.0001
Error	63.23	21	3.01		
Total	380.76	31			

Tabla 2

*Prueba de Tukey para la Pérdida de Peso de las granadillas colombianas por recubrimientos durante el almacenamiento a condicionales naturales*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.41835**

Error: 3.0111 gl: 21

Recubrimientos	Medias	n	E.E.
RC2	96.61	8	0.61 a
RC1	92.90	8	0.61 b
RC3	92.68	8	0.61 b
Testigo	90.96	8	0.61 b

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

Tabla 3

*Prueba de Tukey para la Pérdida de Peso de las granadillas colombianas por días durante el almacenamiento a condicionales naturales*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.11555**

Error: 3.0111 gl: 21

Tiempo	Medias	n	E.E.
T0	105.60	4	0.87 A
T4	104.05	4	0.87 A
T8	102.20	4	0.87 A
T12	97.28	4	0.87 B
T16	95.58	4	0.87 B
T20	85.50	4	0.87 C
T24	80.10	4	0.87 D
T28	76.00	4	0.87 D

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

Tabla 4

*Análisis de varianza para la firmeza de las granadillas colombianas por los recubrimientos y el tiempo de almacenaje a condicionales naturales*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R2	R2	Aj	CV
Firmeza (kg/cm <sup>2</sup> )	32	0.95		0.92	7.84

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11.05	10	1.10	39.06	<0.0001
Recubrimiento	1.84	3	0.61	21.65	<0.0001
Tiempo	9.21	7	1.32	46.53	<0.0001
Error	0.59	21	0.03		
Total	11.64	31			

Tabla 5

*Prueba de Tukey HSD para la firmeza de las granadillas colombianas por recubrimientos durante el almacenamiento a condicionales naturales*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.23434**

Error: 0.0283 gl: 21

Recubrimiento	Medias	n	E.E.
RC1	2.39	8	0.06 A
RC2	2.36	8	0.06 A
RC3	2.00	8	0.06 B
Testigo	1.83	8	0.06 B

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

Tabla 6

*Prueba de Tukey HSD para la firmeza de las granadillas colombianas por tiempo durante el almacenamiento a condicionales naturales*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.39880**

*Error: 0.0283 gl: 21*

Tiempo	Medias	n	E.E.
T0	2.80	4	0.08 A
T4	2.70	4	0.08 A B
T8	2.53	4	0.08 A B C
T12	2.35	4	0.08 B C
T16	2.18	4	0.08 C D
T20	1.93	4	0.08 D
T24	1.45	4	0.08 E
T28	1.23	4	0.08 E

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

Tabla 7

*Análisis de varianza para el pH de las granadillas colombianas por los recubrimientos y el tiempo de almacenaje a condicionales naturales*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R2	Aj	CV
pH	32	0.94	0.92	2.25

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.82	10	0.48	35.24	<0.0001
Recubrimiento	0.22	3	0.07	5.46	0.0062
Tiempo	4.60	7	0.66	5.46	<0.0001
Error	0.29	21	0.01		
Total	5.11	31			

Tabla 8

*Prueba de Tukey HSD para el pH de las granadillas colombianas por recubrimientos durante el almacenamiento a condicionales naturales*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.16299**

*Error: 0.0137 gl: 21*

Recubrimiento	Medias	n	E.E.
Testigo	5.29	8	0.04 A
RC3	5.23	8	0.04 A B
RC1	5.17	8	0.04 A B
RC2	5.06	8	0.04 B

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

Tabla 9

*Prueba de Tukey HSD para el pH de las granadillas colombianas por tiempo durante el almacenamiento a condicionales naturales*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27737**

*Error: 0.0137 gl: 21*

Tiempo	Medias	n	E.E.
T28	5.79	4	0.06 A
T24	5.72	4	0.06 A
T20	5.44	4	0.06 B
T16	5.12	4	0.06 C
T12	4.90	4	0.06 C D
T8	4.89	4	0.06 C D
T4	4.84	4	0.06 D
T0	4.82	4	0.06 D

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

Tabla 10

*Análisis de varianza para solidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) de las granadillas colombianas por los recubrimientos y el tiempo de almacenaje a condicionales naturales*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R2	R2	Aj	CV
Control de grados ( $^{\circ}$ Brix)	32	0.98		0.97	3.48

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.C.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	153.69	10	15.37	89.03	<0.0001
Recubrimiento	153.69	3	12.41	71.86	<0.0001
Tiempo	116.48	7	16.64	96.39	<0.0001
Error	3.63	21	0.17		

Tabla 11

*Prueba de Tukey HSD para solidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) de las granadillas colombianas por recubrimientos durante el almacenamiento a condicionales naturales*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.57903**

*Error: 0.1726 gl: 21*

Recubrimiento	Medias	n	E.E.
RC1	13.05	8	0.15 A
Testigo	12.80	8	0.15 A
RC3	11.55	8	0.15 B
RC2	10.35	8	0.15 C

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

Tabla 12

*Prueba de Tukey HSD para solidos solubles (<sup>o</sup>Brix) de las granadillas colombianas por tiempo durante el almacenamiento a condicionales naturales*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.98540**

Tiempo	Medias	n	E.E.
T28	14.73	4	0.21 A
T24	14.73	4	0.21 A B
T20	13.20	4	0.21 B C
T16	12.58	4	0.21 C
T12	11.55	4	0.21 D
T8	10.75	4	0.21 D E
T4	9.93	4	0.21 E
T0	8.83	4	0.21 F

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

Tabla 13

*Análisis de varianza para la acidez titulable de las granadillas colombianas por los recubrimientos y el tiempo de almacenaje a temperatura natural*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R2	R2	Aj	CV
Acidez (%)	32	0.97		0.96	3.70

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.35	10	0.03	77.01	<0.0001
Recubrimiento	0.05	3	0.02	33.61	<0.0001
Tiempo	0.30	7	0.04	95.61	<0.0001
Error	0.01	21	4.5E-04		
Total	0.36		31		

Tabla 14

*Prueba de Tukey HSD para la acidez titulable de las granadillas colombianas por recubrimientos durante el almacenamiento a temperatura natural*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02955**

*Error: 0.0004 gl: 21*

Recubrimiento	Medias	n	E.E.
RC1	0.63	8	0.01 A
Testigo	0.57	8	0.01 B
RC3	0.55	8	0.01 B C
RC2	0.54	8	0.01 C

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

Tabla 15

*Prueba de Tukey HSD para la acidez titulable de las granadillas colombianas por tiempo durante el almacenamiento a temperatura natural*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05029**

*Error: 0.0004 gl: 21*

Tiempo	Medias	n	E.E.
T0	0.74	4	0.01 A
T4	0.67	4	0.01 B
T8	0.63	4	0.01 B C
T12	0.59	4	0.01 C D
T16	0.54	4	0.01 D E
T20	0.51	4	0.01 E F
T24	0.48	4	0.01 F G
T28	0.43	4	0.01 G

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

### Anexo 3. Análisis de varianza ANVA y Prueba de Tukey en condiciones refrigeradas

Tabla 16

*Análisis de la varianza para la pérdida de peso de las granadillas colombianas por los recubrimientos y el tiempo de almacenaje a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R2	R2	Aj	CV
Peso (gr)	32	0.93		0.90	1.49

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	678.60	10	67.86	27.94	<0.0001
Recubrimiento	44.98	3	14.99	6.17	0.0036
Tiempo	633.62	7	90.52	37.26	<0.0001
Error	51.01	21	2.43		
Total	729.61	31			

Tabla 17

*Prueba de Tukey HSD para la Pérdida de Peso de las granadillas colombianas por recubrimientos durante el almacenamiento a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.17212**

*Error: 2.4291 gl: 21*

Recubrimiento	Medias	n	E.E.
RC2	106.63	8	0.55 A
RC3	104.49	8	0.55 A B
RC1	104.06	8	0.55 B
TESTIGO	103.49	8	0.55 B

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

Tabla 18

*Prueba de Tukey HSD para la Pérdida de Peso de las granadillas colombianas por tiempo durante el almacenamiento a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.69651**

*Error: 2.4291 gl: 21*

Tiempo	Medias	n	E.E.
T0	109.40	4	0.78 A
T4	109.15	4	0.78 A
T8	108.28	4	0.78 A B
T12	106.55	4	0.78 A B C
T16	105.35	4	0.78 B C
T20	102.88	4	0.78 C
T24	99.10	4	0.78 D
T28	96.63	4	0.78 D

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

Tabla 19

*Análisis de la varianza para la firmeza de las granadillas colombianas por los recubrimientos y el tiempo de almacenaje a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R2	R2	Aj	CV
Firmeza (Kg/cm2)	32	0.89		0.84	8.46

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.79	10	0.68	17.78	<0.0001
Recubrimiento	3.80	3	1.27	33.15	<0.0001
Tiempo	2.99	7	0.43	11.19	<0.0001
Error	0.80	21	0.04		
Total	7.59	31			

Tabla 20

*Prueba de Tukey HSD para la firmeza de las granadillas colombianas por recubrimientos durante el almacenamiento a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27228**

Error: 0.0382 gl: 21

Recubrimiento	Medias	n	E.E.
RC1	2.89	8	0.07 A
RC2	2.23	8	0.07 B
RC3	2.14	8	0.07 B
Testigo	1.99	8	0.07 B

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

Tabla 21

*Prueba de Tukey HSD para la firmeza de las granadillas colombianas por tiempo durante el almacenamiento a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.46337**

Error: 0.0382 gl: 21

Tiempo	Medias	n	E.E.
T0	2.80	4	0.10 A
T4	2.60	4	0.10 A B
T8	2.50	4	0.10 A B C
T12	2.38	4	0.10 A B C D
T16	2.28	4	0.10 B C D E
T20	2.13	4	0.10 C D E
T24	1.98	4	0.10 D E
T28	1.83	4	0.10 E

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

Tabla 22

*Análisis de la varianza para el pH de las granadillas colombianas por los recubrimientos y el tiempo de almacenaje a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R2	R2	Aj	CV
pH	32	0.95		0.93	2.11

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.09	10	0.51	41.18	<0.0001
Recubrimiento	0.56	3	0.19	15.05	<0.0001
Tiempo	4.53	7	0.65	52.38	<0.0001
Error	0.26	21	0.01		
Total	5.35	31			

Tabla 23

*Prueba de Tukey HSD para el pH de las granadillas colombianas por recubrimientos durante el almacenamiento a condiciones refrigeradas (5 °C, H.R. 43%)*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15499**

Error: 0.0124 gl: 21

Recubrimiento	Medias	n	E.E.
Testigo	5.43	8	0.04 A
RC1	5.29	8	0.04 A
RC3	5.28	8	0.04 A
RC2	5.06	8	0.04 B

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

Tabla 24

*Prueba de Tukey HSD para el pH de las granadillas colombianas por tiempo durante el almacenamiento a condiciones refrigeradas (5 °C, H.R. 43%)*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.26376**

Error: 0.0124 gl: 21

Tiempo	Medias	n	E.E.
T28	5.78	4	0.06 A
T24	5.70	4	0.06 A
T20	5.61	4	0.06 A B
T16	5.36	4	0.06 B C
T12	5.10	4	0.06 C D
T8	4.94	4	0.06 D E
T4	4.85	4	0.06 D E
T0	4.77	4	0.06 E

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

Tabla 25

*Análisis de la varianza para sólidos solubles (°Brix) de las granadillas colombianas por los recubrimientos y el tiempo de almacenaje a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R2	R2	Aj	CV
Control de grados (°Brix)	32	0.96		0.88	6.73

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	147.00	10	14.70	24.67	<0.0001
Recubrimiento	18.69	3	6.23	10.45	0.0002
Tiempo	128.31	7	18.33	30.76	<0.0001
Error	12.51	21	0.60		
Total	159.51	31			

Tabla 26

*Prueba de Tukey HSD para sólidos solubles (°Brix) de las granadillas colombianas por recubrimientos durante el almacenamiento a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.07584**

Error: 0.5959 gl: 21

Recubrimiento	Medias	n	E.E.
RC1	12.40	8	0.27 A
Testigo	12.03	8	0.27 A
RC3	10.85	8	0.27 B
RC2	10.59	8	0.27 B

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

Tabla 27

*Prueba de Tukey HSD para sólidos solubles (°Brix) de las granadillas colombianas por tiempo durante el almacenamiento a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.83087**

Error: 0.5959 gl: 21

Tiempo	Medias	n	E.E.
T28	14.33	4	0.39 A
T24	13.63	4	0.39 A
T20	13.10	4	0.39 A B
T16	11.70	4	0.39 B C
T12	11.05	4	0.39 C D
T8	10.35	4	0.39 C D
T4	9.40	4	0.39 D E
T0	8.18	4	0.39 E

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

Tabla 28

*Análisis de la varianza para la acidez titulable de las granadillas colombianas por los recubrimientos y el tiempo de almacenaje a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R2	R2	Aj	CV
Acidez (%)	32	0.90		0.85	9.21

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.50	10	0.05	18.04	<0.0001
Recubrimiento	0.03	3	0.01	3.49	0.0337
Tiempo	0.48	7	0.07	24.27	<0.0001
Error	0.06	21	2.8E-03		
Total	0.56	31			

Tabla 29

*Prueba de Tukey HSD para la acidez titulable de las granadillas colombianas por recubrimientos durante el almacenamiento a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07372**

*Error: 0.0028 gl: 21*

Recubrimiento	Medias	n	E.E.
Testigo	0.62	8	0.02 A
RC3	0.59	8	0.02 A
RC2	0.55	8	0.02 A
RC1	0.55	8	0.02 A

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

Tabla 30

*Prueba de Tukey HSD para la acidez titulable de las granadillas colombianas por tiempo durante el almacenamiento a condiciones refrigeradas (5°C, H.R. 43%)*

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12546**

*Error: 0.0028 gl: 21*

Tiempo	Medias	n	E.E.
T0	0.78	4	0.03 A
T4	0.70	4	0.03 A B
T8	0.65	4	0.03 B
T12	0.60	4	0.03 B C
T16	0.52	4	0.03 C D
T20	0.47	4	0.03 C D
T24	0.45	4	0.03 D
T28	0.42	4	0.03 D

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

#### Anexo 4. Panel fotográfico

Cosecha de granadilla



Acopio de la granadilla



Granadilla para el embalaje



Lavado de Aloe Vera



Preparación de Aloe Vera



Preparación de recubrimientos



Lavado de Granadilla Colombiana



Inmersión con recubrimiento



Pesado de la granadilla colombiana



Calibración de las muestras



Preparación de la muestra



Exposición en cámara de refrigeración



En cámara de refrigeración



Determinación de °Brix



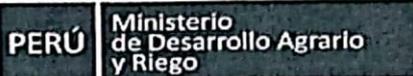
Control de la firmeza de la granadilla



Manejo de penetrómetro



## Anexo 5. Informe de laboratorio



### REPORTE DE ANALISIS

SOLICITANTE : VALERIO URBANO ELEAZAR ROQUE ILLANES  
 ASUNTO : ANÁLISIS DE pH Y ACIDEZ TITULABLE  
 PROCEDENCIA : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – EPG – UNAP.  
 TÍTULO : RECUBRIMIENTOS DE BIOPOLÍMEROS COMESTIBLES SOBRE LA CONSERVACIÓN POSCOSECHA DE GRANADILLA COLOMBIANA (*Passiflora ligularis* Juss) EN CONDICIONES NATURALES Y REFRIGERADAS

ANÁLISIS : 14/06/2021

#### RESULTADOS :

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los Archivos los resultados son:  
 Datos obtenidos para el variable pH y acidez titulable (% ac. cítrico) en condiciones naturales

% ACIDEZ TITULABLE (ácido cítrico)						
TIEMPO (DIAS)	RECUBRIMIENTOS				Temperatura y Humedad Relativa	
	RC1	RC2	RC3	TESTIGO	TEMP. (°C)	H. R. (%)
DIA - 0	0.79	0.73	0.69	0.76	13.0	57
DIA - 4	0.67	0.63	0.61	0.69	13.0	57
DIA - 8	0.69	0.58	0.59	0.65	16.5	49
DIA - 12	0.64	0.54	0.56	0.61	20.0	40
DIA - 16	0.62	0.51	0.51	0.53	12.6	54
DIA - 20	0.56	0.48	0.50	0.49	12.8	56
DIA - 24	0.54	0.44	0.47	0.45	12.0	58
DIA - 28	0.51	0.39	0.43	0.40	13.4	57

pH						
TIEMPO (DIAS)	RECUBRIMIENTOS				Temperatura y Humedad Relativa	
	RC1	RC2	RC3	TESTIGO	TEMP. (°C)	H. R. (%)
DIA - 0	4.75	4.70	4.78	4.83	13.0	57
DIA - 4	4.83	4.78	4.83	4.94	13.0	57
DIA - 8	4.87	4.82	4.89	5.18	16.5	49
DIA - 12	5.11	3.6	5.01	5.34	20.0	40
DIA - 16	5.57	5.17	5.24	5.47	12.6	54
DIA - 20	5.62	5.27	5.74	5.79	12.8	56
DIA - 24	5.74	5.34	5.84	5.88	12.0	58
DIA - 28	5.82	5.43	5.88	5.97	13.4	57

Datos obtenidos para el variable pH y acidez titulable (% ac. cítrico) en condiciones Refrigeradas 5°C a H.R. de 43%

pH				
TIEMPO (DIAS)	RECUBRIMIENTOS			
	RC1	RC2	RC3	TESTIGO
DIA - 0	4.75	4.70	4.78	4.83
DIA - 4	4.83	4.78	4.83	4.94
DIA - 8	4.87	4.82	4.89	5.18
DIA - 12	5.11	3.60	5.01	5.34
DIA - 16	5.57	5.17	5.24	5.47
DIA - 20	5.62	5.27	5.74	5.79
DIA - 24	5.79	5.34	5.84	5.88
DIA - 28	5.82	5.43	5.88	5.97

% ACIDEZ TITULABLE (ácido cítrico)				
TIEMPO (DIAS)	RECUBRIMIENTOS			
	RC1	RC2	RC3	TESTIGO
DIA - 0	0.827	0.776	0.687	0.827
DIA - 4	0.693	0.727	0.657	0.723
DIA - 8	0.590	0.690	0.637	0.87
DIA - 12	0.517	0.637	0.607	0.617
DIA - 16	0.490	0.443	0.567	0.577
DIA - 20	0.450	0.357	0.517	0.533
DIA - 24	0.410	0.357	0.503	0.507
DIA - 28	0.390	0.337	0.487	0.467

CONCLUSIÓN: Los resultados de Análisis de pH y Acidez Titulable están conformes

Puno, 30 de junio de 2021



INIA  
 ESTACION EXPERIMENTAL ALPA - PUNO  
 Rinconada de Salcedo s/n...  
 PUNO, PERU  
 T: (051) 863 812  
 SALCEDO



BICENTENARIO  
PERÚ 2021