

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



**ELABORACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE Y SU  
COMPARACIÓN CON RECUBRIMIENTO COMERCIAL APLICADO EN  
NARANJA (*Citrus sinensis*) VALENCIA**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**MADELEINE HANCCO CONDORI.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PROMOCIÓN: 2014 - I**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

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



TESIS

ELABORACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE Y SU  
COMPARACIÓN CON RECUBRIMIENTO COMERCIAL APLICADO EN  
NARANJA (*Citrus sinensis*) VALENCIA

PRESENTADA POR:

MADELEINE HANCCO CONDORI

PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

FECHA DE SUSTENTACION: 23 DE ENERO DEL 2017

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO : .....  
M.Sc. Pablo Pari Huarcaya

PRIMER MIEMBRO : .....  
Ing. Saire Roenfi Guerra Lima

SEGUNDO MIEMBRO : .....  
Ing. Whany Quispe Chambi

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

PUNO – PERÚ  
2017

Área: Ingeniería y tecnología  
Tema: Desarrollo de procesos y productos agrícolas sostenibles y eficientes

## DEDICATORIA

*Dedico*

*En primero lugar a Dios por guiarme*

*Siempre en todo momento de mi vida y*

*Con especial cariño y gratitud a mi madre*

*Francisca que con su cariño y comprensión*

*Me apoyo durante toda mi vida*

*A mi hermano Albert por su constante apoyo*

*Moral y espiritual. Sin su ayuda y comprensión*

*No hubiera logrado.*

*En memoria a mi padre Pedro y BMP.*

## AGRADECIMIENTOS

Mi primer agradecimiento es para Dios por ayudarme en los momentos más difíciles y frustrantes por darme ese ánimo que tanto necesitaba para seguir adelante y nunca rendirme.

A la Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ciencias Agrarias y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por todas las enseñanzas y conocimientos que me brindaron durante los años de mi formación profesional.

Al Ingeniero M.Sc. Víctor Choquehuanca Cáceres por su incondicional apoyo y orientación por las facilidades prestadas en el uso del laboratorio, por su predisposición permanente en aconsejarme y aclarar mis dudas durante la ejecución del presente trabajo. Su apoyo fue muy importante para poder lograrlo

Por supuesto, mi más sincero agradecimiento a toda mi familia y a quienes amo y agradezco infinitamente la comprensión y el apoyo invaluable que me han brindado en cada uno de mis logros en la vida. Muchas gracias de todo corazón a mi madre por su incansable fortaleza para iluminar mi vida y mi andar, a mi hermano Albert por haberme tolerado y motivado cuando más lo necesitaba. Gracias a toda mi familia por el amor y la confianza que siempre me han brindado. Los amo mucho.

A todos mis amigos que me apoyaron durante el transcurso de esta investigación, sin ellos esta experiencia no hubiera sido la misma. A un buen amigo quien me brindaba su apoyo moral, verbal y ético a seguir adelante con voluntad, esmero, paciencia y perseverancia donde hoy finalizo una gran etapa académica en mi carrera concluyendo con mi tesis.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	9
RESUMEN .....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	14
2.1. Naranja.....	14
2.1.1. Clasificación taxonómica .....	14
2.1.2. Valor nutricional .....	15
2.1.3. Parámetro de calidad.....	15
2.2. Recubrimientos comestibles.....	19
2.2.1. Propiedades de los recubrimientos comestibles .....	20
2.2.2. Recubrimiento para fruta.....	25
2.2.3. Composición de los recubrimientos comestibles.....	25
2.3. Recubrimiento comercial.....	28
2.3.1. Seal Brite Lustre DRY DS .....	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	29
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN .....	29
3.2. MATERIALES .....	29
3.2.1. Materia prima.....	29
3.2.2. Insumos .....	29
3.2.3. Materiales.....	29
3.2.4. Equipos.....	29
3.2.5. Reactivos Químicos.....	30
3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	30
3.3.1. ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE .....	30
3.3.2. COMPARACIÓN DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLE Y COMERCIAL.....	33
3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	33
3.5. FACTORES DE ESTUDIO.....	35

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	38
4.1. ELABORACION DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.....	38
4.1.2. Determinación de densidad .....	38
4.1.2. Determinación de viscosidad .....	41
4.2. EFECTO DEL RECUBRIMIENTO ELABORADO Y COMERCIAL EN LAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LA NARANJA.....	42
4.2.2. Efecto del RCE pérdida de peso de la naranja.....	42
4.2.3. Pérdida de peso .....	45
4.2.4. Acidez titulable.....	48
4.2.5. pH.....	50
4.2.6. Solidos solubles .....	51
4.2.7. Inhibición fúngica.....	53
4.2.8. Color: Angulo de tono (Hue*) .....	54
4.2.9. Color: Cromo (C*) .....	55
CONCLUSIÓN.....	58
RECOMENDACIÓN.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXO 5.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Valor nutricional de la naranja.....	13
<b>Tabla 2:</b> Peso típico de algunas variedades de naranjas.....	14
<b>Tabla 3:</b> °Brix en diferentes variedades de naranja.....	15
<b>Tabla 4:</b> Acidez de las naranjas.....	15
<b>Tabla 5:</b> Datos de porcentajes de glicerina y lecitina de soya.....	31
<b>Tabla 6:</b> Densidad del recubrimiento comestible elaborado (g/cm).....	35
<b>Tabla 7:</b> Viscosidad del recubrimiento comestible elaborado (cP a 60RPM)...	37
<b>Tabla 8:</b> Pérdida de peso de las naranjas (%) durante 4 semanas de almacenamiento de los 9 tratamientos.....	38
<b>Tabla 9:</b> Pérdida de peso (%) durante 4 semanas de almacenamiento.....	41
<b>Tabla 10:</b> Acidez titulable (%) durante 4 semanas de almacenamiento.....	42
<b>Tabla 11:</b> pH durante 4 semanas de almacenamiento.....	44
<b>Tabla 12:</b> SST (°Brix) durante 4 semanas de almacenamiento.....	46
<b>Tabla 13:</b> Color: ángulo de tonalidad (Hue*).....	47
<b>Tabla 14:</b> Color: Croma.....	48

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1:</b> Diagrama de CIE L*a*b* .....	16
<b>Figura 2:</b> Diagrama de flujo para la elaboración de recubrimiento comestible a partir de aloe vera, lecitina de soya y glicerina.....	27
<b>Figura 3:</b> Promedio y desviación estándar de los tratamientos.....	34
<b>Figura 4:</b> Pérdida de peso de los tratamientos.....	36
<b>Figura 5:</b> Pérdida de peso de los recubrimientos elaborado y comercial....	39
<b>Figura 6:</b> Comportamiento de la acidez durante el almacenamiento.....	41
<b>Figura 7:</b> Comportamiento del pH durante el almacenamiento.....	43
<b>Figura 8:</b> Comportamiento de solidos solubles durante el almacenamiento.	45

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

REC	:	Recubrimiento comestible elaborado
RC	:	Recubrimiento comercial
CO <sub>2</sub>	:	Dióxido de carbono
O <sub>2</sub>	:	Oxígeno
°C	:	Grados celcius
HR	:	Humedad relativa
SST	:	Solidos solubles totales
FDA	:	Food and Drug Administration

## RESUMEN

El proyecto de investigación titulado “Elaboración de un recubrimiento comestible y su comparación con recubrimiento comercial aplicado en naranja (*Citrus sinensis*) valencia”, se desarrolló en la Universidad Nacional del Altiplano. Los objetivos fueron: determinar los porcentajes adecuados de glicerina, lecitina de soya y gel de aloe vera (*Aloe barbadensis* Mill) para elaborar un recubrimiento comestible elaborado (RCE), comparar el RCE con el recubrimiento comercial (RC) (Seal Brite lustre DryDS) en los cambios físicos e inhibición fúngica en naranjas (*Citrus sinensis*) cv., valencia, se procedió con la formulación del recubrimiento comestible con 9 tratamientos con diferentes porcentajes de glicerina, lecitina de soya y gel de aloe vera se hizo un comparativo de densidad y viscosidad entre los 9 tratamientos más el RC, donde se mostraron los resultados de densidad siendo el T4 que se aproxima al RC, sin embargo hay mucha diferencia entre los recubrimientos en cuanto a viscosidad, para el segundo objetivo se trabajó con naranja valencia los cuales fueron lavadas, seleccionadas y se les aplicó el RCE y RC por el método de inmersión y fueron almacenadas durante 4 semanas a una temperatura de 5°C. Los resultados fueron analizados con la ayuda de un software estadístico statgraphics mediante el DCA, se ha medido el efecto de los recubrimientos en las propiedades fisicoquímicas de las naranjas, se obtuvieron que no hubo cambios significativos entre los “RCE” y “RC” con respecto a la pérdida de peso, sólidos solubles y acidez, sin embargo los resultados de pH mostró cambio significativos en las naranjas con RCE y RC, con respecto al color no hubo cambios significativos, porque la naranja es una fruta no climatérica mantiene su color, el RCE y RC inhibió el desarrollo fúngico, concluyendo que el RCE con 3% de lecitina de soya, 6% de glicerina y 91% gel de aloe vera, los mejores tratamientos fueron mejorar la conservación y menor pérdida de peso., mostro menor pérdida de peso consecuentemente mayor tiempo de conservación en las naranjas y el recubrimiento comercial mostro mayor tiempo conservación con respecto al recubrimiento comestible elaborado, las propiedades físicas no fueron afectadas por los recubrimientos

**Palabras claves:** Naranja, Recubrimiento, Gel de aloe vera, Glicerina y Lecitina de soya.

## I. INTRODUCCIÓN

Los cítricos pueden ser almacenados por períodos de hasta 6 semanas en un rango de temperaturas de 0 a 8 °C (85 a 95% HR). La vida de almacenamiento depende de la variedad, el estado de madurez, las condiciones precosecha y el manejo poscosecha (Ritenour, 2004).

Diversos tratamientos han resultado efectivos para mantener la calidad de los frutos durante el almacenamiento a bajas temperaturas, entre éstos se encuentran los tratamientos térmicos (acondicionamiento por temperaturas previas al almacenamiento y temperaturas intermitentes), tratamientos con atmósferas modificadas, controladas y acondicionamiento por choque de CO<sub>2</sub>, tratamientos químicos con calcio, benzimidazol, tiabendazol, benomilo y otros como el almacenamiento en ambientes muy húmedos, almacenamiento hipobárico y el encerado (Wang, 1990; Ritenour, 2004).

La aplicación de recubrimiento comestible sobre la superficie de los frutos es una práctica habitual en el manejo pos cosecha de los cítricos. El objetivo del recubrimiento es reponer las ceras naturales que se han perdido con el manejo de la fruta tras la recolección, reduciendo así las pérdidas por transporte y mejorando la apariencia de la fruta en su comercialización (Salvador et al., 2003).

Un recubrimiento comestible se puede definir como una matriz continua delgada, que se recubre alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión. Los recubrimientos están conformados por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o una mezcla de ambos (García-Ramos et al., 2010).

Los recubrimientos se han desarrollado con el fin de extender la vida útil de los productos alimenticios, pueden usarse como soporte de agentes antimicrobianos, antioxidantes, para retardar la migración de humedad y lípidos o el transporte de gases y solutos. Estos deben poseer propiedades mecánicas que garanticen la adecuada adhesividad a las frutas y manipuleo de ellos sin deterioro de las mismas y además deben ser totalmente neutras con respecto al color, tacto y olor del alimento (Fama et al., 2004). El encerado puede reducir el daño por frío, controlando la pérdida de humedad y contribuyendo al mejoramiento de la

apariencia, tanto en firmeza, como en brillo y frescura. Los recubrimientos comestibles a base de polisacáridos, como celulosa, pectina, almidón, carragenina, quitosano y aloe vera, se adhieren a la superficie del producto y debido a su permeabilidad al O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Entre estos recubrimientos se encuentra el gel de aloe vera, que disminuye el proceso de maduración (Farber et al., 2003).

El gel de aloe vera se ha empleado en diversos frutos como recubrimiento comestible junto con otros componentes para mejorar las características organolépticas y preservando los atributos que interfieren en la calidad de los mismos (Romero, et al., 2006).

Con este propósito se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar los porcentajes adecuados de glicerina, lecitina de soya y base de aloe vera (*Aloe barbadensis* Mill) para elaborar un recubrimiento comestible
- Comparar el recubrimiento comestible elaborado y un recubrimiento comercial (Seal Brite lustre DryDS) en los cambios físicos e inhibición fúngica en naranja (*Citrus sinensis*) cv. valencia

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Naranja

La naranja Valencia se caracteriza por ser una naranja dulce tardía, se consume en fresco y se utiliza en la agroindustria en los principales países citrícolas en el mundo. Su fruto es de tamaño medio a grande esférico o ligeramente alargado es de color intenso algo pálido de corteza espesa pero fina (Gonzalo, 2014).

La naranja “valencia” es la más adecuada para almacenamiento; en general, las naranjas se mantienen mejor en el árbol que cosechadas. El enceramiento y la temperatura alta afectan la composición interna de gases y la conservación. Gonzalo y Salaya (2004). Por otro lado tienen un tamaño medio a grande, esférico o ligeramente alargado, de color intenso algo pálido y de corteza espesa pero fina, aunque a veces es algo granulosa. Contiene un elevado contenido de zumo con una acidez relativamente elevada de aroma excelente y sabor ligeramente ácido lo que lo hace apto para la industrialización, posee pocas semillas, en el árbol se puede mantener en buenas condiciones durante varios meses, si bien con el aumento de las temperaturas tiende a reverdecer (Agustí, 2003).

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica

Según Gonzalo (2014).

- Reino: Plantae
- División: Traqueofitas
- Clase: Dicotiledoneas
- Subclase: Arquiclamideas
- Orden: Geraniales
- Familia: Rutaceae

- Género: *Citrus*
- Especie: *Citrus sinensis* (L.)

### 2.1.2. Valor nutricional

La naranja Valencia es muy conocida y considerada por sus atributos y beneficios, como alimento dietético y terapéutico de primer orden se debe a sus vitaminas, como la vitamina C, A, B1 y B2, y sus sales minerales como el potasio, calcio, fósforo, entre otra (Moreiras et al., (2010).

**Tabla 1: Valor nutricional de la naranja valencia en 100 g.**

Nutrimentos	
Valor energético (Kcal)	42
Humedad	85 g
Proteína	1.0 g
Grasas	0.2 g
Carbohidratos	9.5 g
Fibra cruda	2.0 g
Cenizas	0.6 g
Ca	42 mg
Vitamina C	50 mg

**Fuente:** Moreiras et al., (2010).

### 2.1.3. Parámetro de calidad

Los cítricos deben tener ciertos requisitos de calidad externos e internos cuando son cosechados y en el momento en el que son consumidos. La calidad de la fruta se puede definir como la combinación de atributos o características que tienen importancia para determinar el grado de aceptación del consumidor. La evaluación y el control de la calidad es esencial para decidir el precio de la fruta (Ariza, et al. 2010).

### ❖ **Peso y tamaño**

Las naranjas presentan de pérdida de peso y arrugamiento de la cascara con 2.5%, la que es 4 veces mayor en la cascara que en la pulpa de naranja valencia. La retención de jugo es mayor en valencia que en otras variedades, Gonzalo y Salaya, (2004), la pérdida de peso en la cascara acelera el ablandamiento y la senectud, el peso y tamaño es un parámetro básico de la calidad (Ladaniya, 2008).

El peso de las naranjas varía dependiendo de la variedad, en la Tabla 2 podemos ver alguno de estos pesos (Agustí, 2003).

**Tabla 2: Peso típico de algunas variedades de naranjas.**

<b>Variedad Naranja</b>	<b>Peso/fruto (g)</b>
W. navel	220
Navelina	234
Navelate	200
Salustiana	135
Valencia	167

**Fuente:** Agustí, (2003).

### ❖ **Solidos solubles**

El contenido de azúcares es de 2% - 5% de glucosa y fructuosa y 2% - 6% de sacarosa, Gonzalo y Salaya (2004) constituyen el 80 % de los sólidos solubles. En naranja valencia hay mayor acumulación de azúcares. El contenido de sólidos solubles es muy importante para la calidad de la fruta cítrica. La maduración interna

avanza desde la periferia hasta el corazón, con disminución de clorofila y ácidos y aumento de carotenoides, jugo y sólidos solubles (Barry et al., 2004).

Los °Brix que suelen contener algunas de las diferentes variedades de naranjas que se cultivan en España quedan reflejados en la Tabla 3 (Agustí, 2003).

**Tabla 3: °Brix en diferentes variedades de naranja.**

<b>Variedad Naranja</b>	<b>° Brix</b>
W. navel	12,5
Navelina	12,5
Navelate	13,0
Salustiana	12,0
Valencia	11,0

**Fuente:** Agustí, (2003)

#### ❖ **Acidez total**

El ácido cítrico es el principal en el jugo de los cítricos (tabla 4), alcanza su máxima concentración cuando el fruto llega al 50% de su tamaño y desciende después, Gonzalo y Salaya (2004). La acidez titulable es fácil de determinar en el jugo extraído. Durante la maduración fisiológica y organoléptica decae con frecuencia de un modo muy rápido. La comestibilidad de la fruta suele estar mejor correlacionada con el cociente azúcar/acidez, o sólidos solubles totales/acidez, tomando ambas medidas en término de peso sobre peso fresco. Este parámetro constituye la base para determinar su madurez comercial así como su índice organoléptico (Agustí, 2003).

**Tabla 4: acidez de las naranjas.**

<b>Variedad Naranja</b>	<b>Acidez (%)</b>
W. navel	7.4
Valencia	8.0

Fuente: Gonzalo y Salaya (2004).

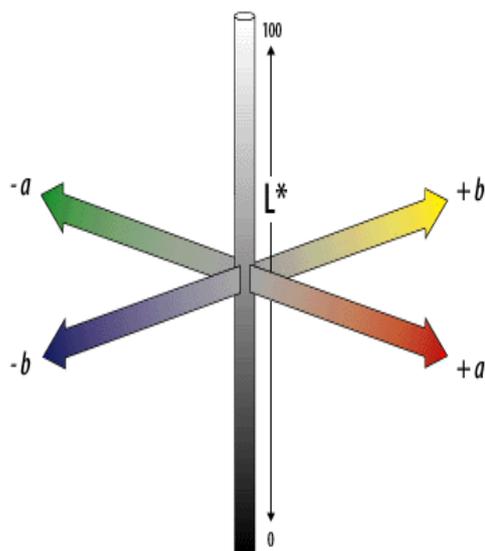
#### ❖ pH

El pH del zumo varía, generalmente, entre valores de 2, para limones y otros frutos ácidos, y 5, para mandarinas y naranjas; valores de hasta 9 se han encontrado, no obstante, en los cultivares “Valencia” y Washington navel” (Ladaniya, 2008).

#### ❖ Color

La naranja especialmente la valencia, retiene color verde aunque este madura, Gonzalo y Salaya (2004), sin embargo el color para el caso de los cítricos no es un parámetro de madurez como tal, sí que se puede considerar de calidad puesto que los consumidores de este tipo de fruta esperan el color característico, siendo éste el naranja para la variedad de cítrico que nos ocupa. Por otro lado, el color de la fruta también es uno de los criterios para la clasificación a nivel comercial. Los consumidores por lo general, son reacios a comprar fruta verde a excepción de las limas y los limones (Ladaniya, 2008).

Todas las variedades de cítricos son frutos no climatéricos, lo que significa que se cosechan cuando estos alcanzan un grado de madurez interna adecuado, basado en su relación de sólidos solubles totales/acidez, para lo cual se hace necesario esperar a que esto suceda de forma natural en el árbol (Agustí, 2003).



**Figura N° 1:** Diagrama de CIE  $L^*a^*b^*$   
Arévalo, (2013).

Uno de los métodos objetivos de clasificación usado es el sistema CIE y Hunter  $L^*a^*b^*$ . De acuerdo con los conceptos de CIE, el ojo humano tiene tres receptores del color: rojo, azul y verde y todos los colores son combinaciones de estos. Las notaciones usadas más comúnmente son el espacio cie  $Yxy$  diseñado en 1931, el Hunter  $L a b$  desarrollado en 1948 para las medidas fotoeléctricas y el espacio de color cie  $L^* a^* b^*$  diseñado en 1976 para dar diferencias más uniformes de los colores.

#### ❖ Comportamiento no climático

Son aquellas que no presentan variaciones sustanciales en la tasa respiratoria en la síntesis de etileno durante la maduración. Por lo contrario muestran una progresiva y lenta tasa respiratoria durante la senescencia. Estos frutos no almacenan almidón antes de la maduración, razón por la cual no deben ser separados de la planta antes de alcanzar la madurez organoléptica. La recolección se debe realizar después de alcanzada la madurez, por lo cual no mejora su sabor y aroma luego de separadas de la planta (Pedraza, 2006).

## 2.2. Recubrimientos comestibles

Según FDA (FDA, 2006), los recubrimientos comestibles son aquellos formados a partir de formulaciones que contengan aditivos permitidos para su uso alimentario. Entre esos aditivos alimentarios, la Directiva 95/2/CE (1995) incluye los siguientes: goma arábica, goma xantana, glicerina, pectinas, celulosa y sus derivados (metilcelulosa, hidroxipropil celulosa, hidroxipropil metilcelulosa, etc.). En

1998, esta directiva fue modificada por la Directiva 98/72/CE (1998), introduciendo nuevos aditivos tales como la lecitina, polisorbatos, ácidos grasos y sales de ácidos grasos. Técnicamente, se habla de recubrimiento cuando una solución aplicada sobre un producto forma una película superficial al secarse, mientras que un film se forma con anterioridad y posteriormente se aplica sobre el producto (Gennadios, y Weller, 1990).

### **2.2.1. Propiedades de los recubrimientos comestibles**

De acuerdo con Gonzalo y Salaya, (2004), 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.

- Propiedades sensoriales: deben ser transparentes, no otorgar sabor y olor diferente al alimento y no ser detectados durante su consumo.
- Propiedades barrera: presentar una adecuada permeabilidad al vapor de agua y solutos y una permeabilidad selectiva a gases y volátiles.
- Deben estar libres de tóxicos y ser seguros para la salud.
- Deben requerir una tecnología simple para su elaboración.
- Las materias primas y el coste de producción del recubrimiento deben ser de bajo costo.

Para que los recubrimientos comestibles sean funcionales y por tanto, óptimos, se deberá otorgar una especial importancia a la selección de los materiales que los

forman, ya que sus propiedades están fuertemente afectadas por la naturaleza de sus componentes, composición y estructura final.

#### a. **Sábila (aloe vera)**

Hay 360 especies de aloe descritas variando entre pequeñas hierbas hasta especies con tamaños como árboles. La nomenclatura de *aloe vera* fue bastante confusa. Fue mencionada como *A. barbadensis* Miller, *aloe vera* Tourn ex. Linn. y *aloe vulgaris* Lamarck. Ahora generalmente se usa el nombre de *aloe vera* (L.) Burm. L. (Roerschc, 1994).

*Aloe vera* fue introducida a Perú por los españoles en los primeros años de la conquista. Por lo cual sus nombres comunes son: sábila, lankju-laphi, acibar, aloes, aloe, gomarresina aloe, jugo de aloe, balbosa (Roerschc, 1994).

- **Clasificación taxonómica**

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
  - Subclase: Liliidae
    - Orden: Asparagales
      - Familia: Xanthorrhoeaceae
        - Género: Aloe
          - Especie: *Aloe barbadensis* (Miller)
          - Nombre común: aloe vera

- **Composición química**

Según Martínez et al., (2007), menciona que el gel de Aloe vera contiene dos fuentes líquidas principales: un látex amarillento (exudado) y un gel claro

(mucílago). El látex amarillo está compuesto principalmente por derivados de antraquinonas (aloína y aloe emodina) y cromonas, que son componentes bioactivos en fuentes naturales, siendo la aloína el principal constituyente activo del Aloe vera, estos derivados se utilizan como antiinflamatorios y antibióticos, dentro de ellos podemos encontrar a Aloesin, también denominada Aloeresin B y el Aloeresin A.

Mientras que el gel mucilaginoso contiene fundamentalmente 98.5% de agua y polisacáridos caracterizándose por estar formados de ácidos galacturónicos y unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa (Vega, Ampuero, Díaz, & Lemus, 2010).

#### ➤ **Propiedades antimicrobianas**

Muchas de las actividades biológicas, incluyendo antiviral, antibacterial, han sido atribuidas al Aloe Vera, en particular a los polisacáridos presentes en él. Las antraquinonas como la Aloemodina en general actúan sobre los virus, lo que trae como resultado la prevención de la adsorción del virus y consecuentemente impedir su replicación (Vega et al., 2010).

##### **a. Aloe vera (penca de sábila) como recubrimiento**

El gel extraído de la pulpa de *Aloe barbadensis* Miller ha recibido un especial interés por la capacidad de actuar como recubrimiento (Valverde et al., 2005), su actividad antioxidante como respuesta a la presencia de compuestos de naturaleza fenólica (Lee et al., 2000), 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, Saks, y Barkai-Golan, 1995).

El gel del mucílago del aloe vera fue utilizado por primera vez en el 2005 por Martínez et al., (2006), sobre cerezas, que fueron almacenadas a 1°C y 95 %HR y evaluadas al 2, 6 9 13 y 16 días, donde se logró demostrar que este retardó los procesos de maduración, redujo la pérdida de peso y bajó la tasa de respiración durante el tiempo de almacenamiento. Castillo et al., (2010), trabajaron el mismo recubrimiento en uvas almacenadas durante 35 días y almacenadas a 2°C, logrando inhibir el crecimiento de esporas microbianas y reducir el deterioro durante el almacenamiento en poscosecha.

El uso de los recubrimientos comestibles a base de mucílago de penca sábila aplicados sobre fresas frescas permitió aumentar la vida útil disminuyendo las pérdidas de humedad, el índice de respiración, manteniendo la firmeza y retrasando los cambios de color, en comparación con los frutos utilizados como tratamiento control (Restrepo, y Aristizabal, 2010).

### **b. Glicerina**

La glicerina se obtiene principalmente de aceites y grasas como producto intermedio en la fabricación de jabones y ácidos grasos. Puede ser obtenida de fuentes naturales por fermentación, o por ejemplo melaza de remolacha azucarera en la presencia de grandes cantidades de sulfito de sodio. Sintéticamente, la glicerina se puede preparar mediante la cloración y saponificación de propileno (Badui, 1995).

García et al., (2000), reportaron que al mezclar aceite de girasol (*Helianthus annus* L.) y almidón de maíz (*Zea mays* L.) con glicerol y sorbitol como plastificante, obtuvieron un recubrimiento, con buenas propiedades mecánicas para adherirse a la zanahoria.

McHugh, y Senesi, (2000), realizaron una mezcla de puré de manzana (*Pyrus malus* L.) con lípidos (ácidos grasos, alcoholes grasos, ceras y aceite vegetal), con glicerol como plastificante, para elaborar un recubrimiento y aplicarlo en trozos de manzana. Los recubrimientos a base de puré de manzana tuvieron excelentes propiedades de barrera al O<sub>2</sub>, pero deficientes propiedades de barrera a la humedad. La adición de lípidos garantizó mejores propiedades de barrera al agua.

Pérez–Gago et al. (2003), desarrollaron un recubrimiento mezclando hidroxipropil metilcelulosa con glicerol y ácido esteárico para aplicarlo en frutos de mandarina (*Citrus reticulata* B.). 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 en comparación con el control. Sin embargo, estos resultados también sugirieron utilizar bajas temperaturas de almacenamiento junto con la aplicación del recubrimiento para extender la vida de anaquel de la mandarina. Actualmente, la mayoría de los recubrimientos son adicionados con glicerol (Rojas Graü et al., 2007; Raybaudi–Massilia et al., 2008), utilizándolo como plastificante o simplemente para garantizar en el recubrimiento mayores propiedades de barrera a la pérdida de agua.

### **c. Lecitina de soya**

Monedero et al., (2006), elaboraron recubrimientos de proteína de soya presentando estos, barreras efectivas contra el O<sub>2</sub>, lípidos y compuestos aromáticos, pero no al vapor de agua. Su adición en la formulación con ácido oleico y cera de abeja, reduce la permeabilidad de agua.

Recubrimientos formulados con una mezcla de proteína de soya y almidón de yuca, han demostrado retardar la pérdida de peso en fresas durante su almacenamiento impidieron la deshidratación de la fruta, debido a su carácter anfílico y emulgente de la proteína, conservan los atributos sensoriales como color, aroma, acidez y textura (Saavedra, y Algecira, 2010).

Los recubrimientos a base de proteína de soya en cerezas presentan buena barrera al vapor de agua, Lim. y Golding, (2011). Mientras que en kiwi y manzana retardan el proceso de senescencia (Xu, Chen, y Sun, 2001).

### **2.2.2. Recubrimiento para fruta**

Las frutas, en especial los frutos cítricos, las manzanas y las frutas tropicales en la poscosecha desde su aplicación por métodos de conservación uno de ellos es el recubrimiento, (período conocido como poscosecha o postrecolección, los recubrimientos a base de ceras y geles para retrasar sus senescencia, reducir las pérdidas de peso, controlar el arrugamiento, incrementar el período de comercialización y mejorar su aspecto aportándoles brillo. Según esta caracterización se pueden emplear de una manera óptima una u otra formulación. Así, las ceras empleadas en frutos no climatéricos, como es el caso de los frutos cítricos los recubrimientos empleadas normalmente son el polietileno oxidado, la carnauba, la goma laca y otros recubrimientos como son los sucroésteres de ácidos grasos, la maltodextrina, lecitina, carboximetilcelulosa, hidroximetilcelulosa, entre otras (Vázquez-Briones y Guerrero-Beltrán, 2013)

### **2.2.3. Composición de los recubrimientos comestibles**

Los recubrimientos comestibles pueden agruparse en tres categorías, dependiendo del tipo de compuesto que incluyen en su formulación:

### **a. Hidrocoloides**

Polisacáridos o proteínas que en general, forman recubrimientos con buenas propiedades mecánicas y son una buena barrera para los gases (oxígeno (O<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)), pero no impiden suficientemente la transmisión de vapor de agua (Drake et al., 1988).

Los polisacáridos son los hidrocoloides que más se utilizan como recubrimientos en frutas y hortalizas, ya que forman parte de la mayoría de las formulaciones que actualmente existen en el mercado. Los polisacáridos presentan buenas propiedades barrera a los gases y pueden adherirse a las superficies de frutas y hortalizas troceadas, pero son hidrofílicos y por lo tanto constituyen una pobre barrera a la pérdida de humedad. Las proteínas utilizadas en la formulación de recubrimientos comestibles pueden ser de origen animal (caseínas, proteínas del suero lácteo) o de origen vegetal (zeína de maíz, gluten de trigo, y proteína de soja, principalmente) y dependiendo de este origen muestran una amplia variedad de características moleculares. Así, las proteínas varían en su peso molecular, conformación, carga (dependiendo del pH), flexibilidad y estabilidad térmica y las diferencias en estas características moleculares determinarán su habilidad para formar recubrimientos así como las características de los recubrimientos formados (Pastor et al., 2005).

### **b. Lípidos**

Los lípidos se utilizan en la formulación de recubrimientos con el objetivo de mejorar la propiedad barrera al vapor de agua. Entre los lípidos comestibles que pueden ser incorporados en la formulación de recubrimientos comestibles se encuentran las ceras (cera de abeja, cera candelilla y cera carnauba), la goma laca,

la goma xantana y los ácidos grasos tales como el ácido esteárico, palmítico, láurico y oleico, entre otros. Estos últimos requieren de una matriz estructural de proteínas o polisacáridos ya que carecen de integridad estructural y durabilidad en su forma libre (Hernández, 1994).

### **c. Compuestos**

Los compuestos pueden ser de capas separadas, llamados multilaminados o bicapas, en algunos o casos son formados por una única capa. Los bicapa se forman en dos etapas: en la primera se forma la base de polisacárido o proteína y en la segunda, se aplica el lípido sobre la base previamente formada (Shellhammer y Krochta, 1997).

### **d. Densidad**

La densidad de un líquido es la cantidad de masa por unidad de volumen, es el recíproco del volumen específico. En un sentido físico, la densidad es la masa de un líquido que ocupa una unidad volumen sus unidades pueden ser  $\text{kg/m}^3$ ,  $\text{g/cm}^3$ , etc. La densidad varía con la concentración (Alcázar, 2002).

### **e. Viscosidad**

La viscosidad es la propiedad del líquido que define la magnitud de su resistencia debida a las fuerzas de cizalla en su interior, siendo la propiedad del líquido que más influye en las características del flujo (Singh y Heldman, 1998).

La viscosidad puede definirse como el rozamiento interno que actúa dentro de un fluido, esto es, su resistencia a fluir Lewis, (1993), la pulpa de aloe vera forma un gel, en el que se ha identificado una larga cadena de monosacáridos, específicamente manosas acetilados y glucosa, que originan un mucopolisacárido

soluble denominado acemanano, componente funcional del aloe, Bozzi et al., (2006); Femenia et al., (1999). El manano, presente en el gel líquido del aloe vera esta la base de sus propiedades **viscoelásticas** (Ni et al., 2004).

### **2.3. Recubrimiento comercial**

#### **2.3.1. Seal Brite Lustre DRY DS**

Es una emulsión concentrada de esteres de colofonia de madera 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.

- ✓ Excepcional nivel de brillo, que intensifica el color de la fruta
- ✓ Excelente control de deshidratado, especial para comercialización de frutas sin cámara de frío
- ✓ Especialmente indicada para el tratamiento de frutos de mercado local, donde se requiere obtener el máximo brillo en un almacenamiento menos prolongado

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La elaboración del recubrimiento comestible y su comparación con recubrimiento comercial se realizaron en el Laboratorio de Poscosecha de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, durante los meses de setiembre a diciembre del 2015.

#### 3.2. MATERIALES

##### 3.2.1. Materia prima

- Naranja variedad cv. . “valencia” procedente del mercado Las Mercedes (Juliaca) con un índice de madurez de 3.60.
- Pencas de sábila, procedente de Cusco mercado Unión y Dignidad.

##### 3.2.2. Insumos

- Lecitina de soya, empresa “esencias-colorantes y productos químicos para la industria”.
- Glicerina, al 99.5% de pureza “Santy sabores y aromas”.

##### 3.2.3. Materiales

- Pipetas de 1 ml, 10 ml y 50 ml.
- Picnómetro material de vidrio.
- Vasos precipitados Pírex 500ml de capacidad.

##### 3.2.4. Equipos

- Estufa, marca MEMMERT UN 55.
- Balanza analítica, marca: PIONER TM-PA214C. 210-0.0001g.
- Acidometro con agitador magnético, marca: CAT.
- Refrigeradora, marca: SAMSUNG.

- pH metro, marca: METRHOM 222.R., 0-14pH ATC.
- Licuadora, marca: Oster., capacidad 1.5L.
- Agitador Magnético, marca CAT, 400°C, 1200 RPM.
- Brixometro digital, marca: ATAGO. 0-800.
- Colorímetro digital SC20.
- Viscosímetro digital, marca Nahita, model 802.

### **3.2.5. Reactivos Químicos**

- Fenolftaleína al 1%.
- Solución de NaOH 0.1 N.

## **3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

### **3.3.1. ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE**

Según Pinzón (2012), se formuló el recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera con componentes de glicerol al 2%, 4% y 6%, para que tenga mayor plasticidad y se incorporó lecitina de soya para flexibilidad al 1%, 2%, y 3%, el cual se homogenizo en un agitador magnético.



## Descripción del proceso de obtención del recubrimiento comestible elaborado

- **Materia prima:** se utilizó pencas de sábila, se puso en agua durante 24 horas para la desionización
- **Pelado:** se retiró las cascara de las pencas de sábila, luego se licuo a 1200 RPM.
- **Homogenizado:** se procedió a homogenizar con lecitina de soya, glicerina y gel de aloe en un agitador magnético.

### a) Aplicación de recubrimiento comestible

Se trabajó con naranjas (*Citrus sinensis*) cv. Valencia que fueron seleccionadas por tamaño.

Las naranjas fueron lavadas y desinfectadas en una solución de hipoclorito de sodio a (200ppm) durante 30 segundos.

La aplicación del recubrimiento comestible se aplicó a 9 tratamientos en concentraciones diferentes de glicerol, lecitina de soya y aloe vera.

El proceso de secado del recubrimiento fue a temperatura ambiente durante 20 minutos.

Finalmente fueron almacenados a una temperatura de 5°C por 4 semanas. Durante el almacenamiento se evaluaron: pérdida de peso, acidez titulable, pH, grados brix y color.

### **3.3.2. COMPARACIÓN DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLE Y COMERCIAL**

- Se tomó el mejor tratamiento con respecto a la pérdida de peso del recubrimiento comestible elaborado, dicho tratamiento fue comparado con el recubrimiento comercial.
- Todos los tratamientos fueron almacenados a 5° C durante 4 semanas.

### **3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS**

#### **a. Determinación de viscosidad**

Se utilizó 300ml de recubrimiento comestible de cada uno de los tratamientos se midió con un viscosímetro digital NAHITA MODEL 802. Este método se basa en la medición de la resistencia que ofrece un fluido, cuando se le aplica una fuerza interna que lo induce al movimiento, y se utilizaron los husillos números 3 y 4 (Ruiz, 2010).

#### **b. Determinación de densidad**

Se utilizó recubrimiento comestible de cada uno de los tratamientos, se tomó los datos por el método del picnómetro, datos del peso vacío del picnómetro, picnómetro con agua y picnómetro con el recubrimiento comestible (Ruiz, 2010).

#### **c. pérdida de peso**

La pérdida de peso (%PP) se determinaron por gravimetría mediante la diferencia entre pesos tomando como base el peso inicial ( $P_i$ ) menos el peso del fruto al final del almacenamiento y expresando los resultados como porcentaje de pérdida de peso (%) mediante la siguiente ecuación. (AOAC, 1990).

$$\%pp = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100$$

Donde:

%PP = pérdida de peso

Pi = peso inicial

Pf = peso final

#### d. Color

Se midió el color con el colorímetro SC 20 a través del modelo cromático del sistema CIE L\*a\*b\*.

$$Croma = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$Hue^* = arctg(b/a) * (180^\circ/\pi)$$

Dónde:

Hue\*: Ángulo de tono

a\*: Tendencia del color al rojo (positivo) o al verde (negativo).

b\*: Tendencia del color al amarillo (positivo) o al azul (negativo).

#### e. pH

Se midió el pH con un potenciómetro digital marca METROHM, la medida se realizó introduciendo el electrodo en el zumo de la naranja. (AOAC, 1990).

#### f. Acidez titulable

Se utilizó 1ml de zumo de naranja valencia y se homogenizan 9 ml de agua destilada empleando hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N y tres gotas de fenolftaleína.

Los porcentajes se expresan en porcentaje del ácido cítrico. (AOAC, 1990).

### **g. Inhibición fúngica**

Se preparó una solución salina peptonada (SSP) y el Potato dextrose agar (PDA), luego se procedió a esterilizarlos conjuntamente con los tubos de ensayo y placa Petri en el autoclave a 121°C y a una presión de 0,175 MPa por un tiempo de 15 min.

Se pesó 10g de muestra y se sumergió en una SSP y se hizo la diluciones para la siembra a  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$ , se procedió a la siembra en PDA incubándose a 29°C (Ahmed, et al., 2003).

### **h. Sólidos solubles (°brix)**

El contenido de sólidos solubles se determinó por la lectura directa colocando una gota de zumo de naranja en el prisma de medición mediante un refractómetro de mano los resultados se expresaron en °Brix (AOAC, 1990).

## **3.5. FACTORES DE ESTUDIO**

### **- Primera parte: elaboración de recubrimiento comestible elaborado.**

#### **» VARIABLE INDEPENDIENTE**

- \* Glicerina (2%, 4% y 6%)
- \* Lecitina de soya (1%, 2%, y 3%)
- \* Gel de aloe vera (seguir la tabla 5)

#### **» VARIABLE DEPENDIENTE**

- \* Viscosidad
- \* Densidad

- Segunda parte: comparación de recubrimiento comestible elaborado, comercial

- » **VARIABLES INDEPENDIENTE**

- \* Recubrimiento comercial (Seal Brite lustre DryDS)
- \* Recubrimiento comestible elaborado.

- » **VARIABLES DEPENDIENTES**

- \* Color
- \* Sólidos solubles (%)
- \* pH
- \* Acidez (% de acidez)
- \* Pérdida de peso (g/día)
- \* Inhibición fúngica

**Tabla 5. Datos de porcentaje de glicerina y lecitina de soya**

TRATAMIENTOS	LECITINA DE SOYA	GLICERINA	Aloe vera
T 1	1%	2%	97
T 2	1%	4%	95
T 3	1%	6%	93
T 4	2%	2%	96
T 5	2%	4%	94
T 6	2%	6%	92
T 7	3%	2%	95
T 8	3%	4%	93
T 9	3%	6%	91

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El experimento para el primer objetivo se estableció bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), 3X3X3 se aplicara la prueba de comparación tukey (0.05) donde emplearemos el siguiente modelo lineal aditivo con un nivel

El segundo objetivo se estableció bajo un Diseño Experimental de Bloque Completo al Azar (BCA), bajo una factorial 2 X 3 con un nivel de significancia de 0.05

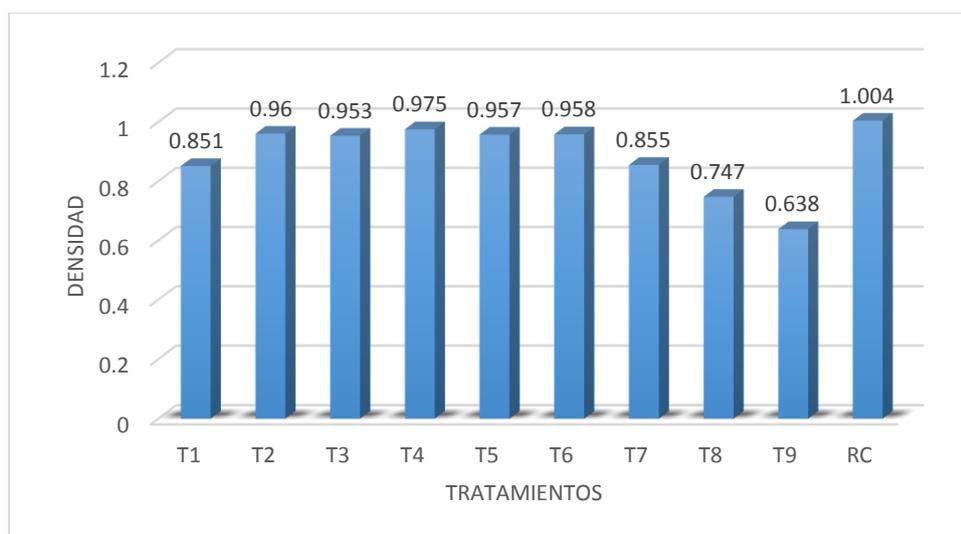
## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo se analizan y discuten los resultados obtenidos de la evaluación de los recubrimientos comestible elaborado y su comparación con recubrimiento comercial aplicado en naranja (*Citrus sinensis*) cv. Valencia.

### 4.1. ELABORACION DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE

#### 4.1.2. Determinación de densidad

Los datos registrados en la Tabla 6, fueron empleados para realizar los análisis de varianza, y se determinó que hay una diferencia significativa entre los componentes de lecitina de soya, glicerina y gel de aloe vera en la figura 3 se observa que el RC tiene una densidad de 1.004 que se asemeja al T4 (0.975), el resto de los tratamientos obtuvieron similar densidad, el T9 (0.638) que presento menor densidad debido a la presencia de glicerina, a mayor cantidad de glicerina menor será la densidad del recubrimiento comestible y viceversa, según Acuña, y Tesone, (2004) investigaron que la densidad del gel de aloe vera fresca es de 0.938 g/ml., por otro lado, Mejia, (2011) muestra una densidad de gel de aloe vera fresco de 1.0047 g/ml, por otro lado la densidad de la glicerina es de 1.26g/cm<sup>3</sup> y de lecitina de soya es de 1.03 g/cm<sup>3</sup> en los reportes de Alifarma S.A. de C.V. (2010).



**Figura 3.** Promedio de densidad de los tratamientos

El análisis de varianza ANVA (Anexo 2, Cuadro 1) del diseño completamente al azar con un nivel de confianza de 95%, para los dos componentes glicerina y lecitina de soya, donde para glicerina presenta una diferencia significativa mientras para lecitina de soya presenta una diferencia altamente significativa como también para la interacción entre glicerina y lecitina de soya. Por lo cual fue necesario realizar la comparación múltiple de Tukey.

Para categorizar las diferencias significativas mediante la prueba de HS de Tukey (Anexo 2, tabla 1.1.) para glicerina se determinó las medias que son estadísticamente significativas a un nivel de 95% de confianza, diferentes entre sí, se observa la comparación para densidad según glicerina en el cual se observa que la concentración de 6%(848.467) de glicerina muestra una densidad menor, en comparación a las concentraciones de 4%(887.922) y 2% (893.633) de glicerina que presenta una mayor densidad en el recubrimiento comestible elaborado, la concentración de 2%(893.633) de glicerina mostro mayor densidad, Canaza, (2012) afirma que le incremento gradual 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, mientras Guzmán (2003) muestra que los plastificantes (glicerina) reducen la fuerza cohesiva entre las cadenas del polímero, según Banker, (1966) afirma que los plastificantes debilitan estas fuerzas de cohesión entre las cadenas de polímero, incrementando la movilidad de las mismas y mejorando la flexibilidad de la matriz polimérica. Sin embargo, la reducción de la cohesión del polímero se traduce en un incremento de la permeabilidad a los gases y al vapor de agua del recubrimiento, Mchugh y Krochta (1994) por lo cual a mayor cantidad de glicerina la densidad será menor y viceversa.

Para la comparación múltiple de Tukey (Anexo 2, Cuadro 1.2.) para lecitina de soya se determinó las medias que son diferentes altamente significativas a un nivel de confianza de 95%, muestra que el recubrimiento comestible elaborado con una concentración de 3%(746.722) de lecitina de soya son superados estadísticamente en densidad por los recubrimientos comestibles que poseen una concentración de 1%(921.278) y 2%(963.022) de lecitina de soya, obteniéndose con mayor densidad la concentración de 2%(963.022) de lecitina de soya, los datos obtenidos en la investigación se asemejan a los enunciados Acuña y Tesone (2004) y difiere del enunciado por Mejía (2011) de gel de *aloe vera* de densidad.

**Tabla 6. Densidad del recubrimiento comestible elaborado (g/cm).**

<b>T 1</b>	0.851±0.013
<b>T 2</b>	0.960±0.015
<b>T 3</b>	0.953±0.027
<b>T 4</b>	0.975±0.01
<b>T 5</b>	0.957±0.028
<b>T 6</b>	0.958±0.025
<b>T 7</b>	0.855±0.013
<b>T 8</b>	0.747±0.022
<b>T 9</b>	0.638±0.005
<b>RC</b>	1.004±0.003

#### 4.1.2. Determinación de viscosidad

La Tabla 8 muestra los datos que fueron empleados para realizar los análisis de varianza, en el cual se determina que no hay una diferencia significativa entre los componentes de lecitina de soya y glicerina.

El análisis de varianza ANVA (Anexo 2, Cuadro 2) del diseño completamente al azar con un nivel de confianza de 95%, para los dos componentes glicerina y lecitina de soya donde se observa que la viscosidad no presenta diferencias estadísticamente significativas para los dos componentes. En los enunciados de Lobo y Wasan, (1990) La viscosidad es una emulsión que está relacionada con la adhesión del recubrimiento sobre el fruto, por otro lado Gontard et al., (1995), afirman que la falta de cohesividad e integridad estructural hace que presenten malas propiedades mecánicas formando recubrimientos quebradizos, en los estudios reportados por Ni et al., (2004) el manano está presente en el gel líquido

del aloe que es la base de sus propiedades viscoelásticas, Acuña y Tesone (2004) define que el gel de aloe vera es un fluido pseudoplástico, a medida que aumenta la velocidad de giro disminuye la viscosidad y muestra una viscosidad de 120 cP a 60 RPM, por otro lado Mejia, (2011) muestra valores de 112 pascales con una velocidad de 40 RPM, los datos obtenidos en la investigación son superiores a los mencionados, esto podría ser debido a la glicerina y lecitina de soya en cada una de las formulaciones del recubrimiento comestible.

**Tabla 7: Viscosidad del recubrimiento comestible elaborado (cP a 60RPM).**

T 1	154.5±29.10
T 2	166.0±19.10
T 3	154.4±28.99
T 4	315.4±276.29
T 5	151.1±19.33
T 6	146.2±14.73
T 7	310.6±108.73
T 8	290.9±182.47
T 9	251.8±31.35
RC	10±00

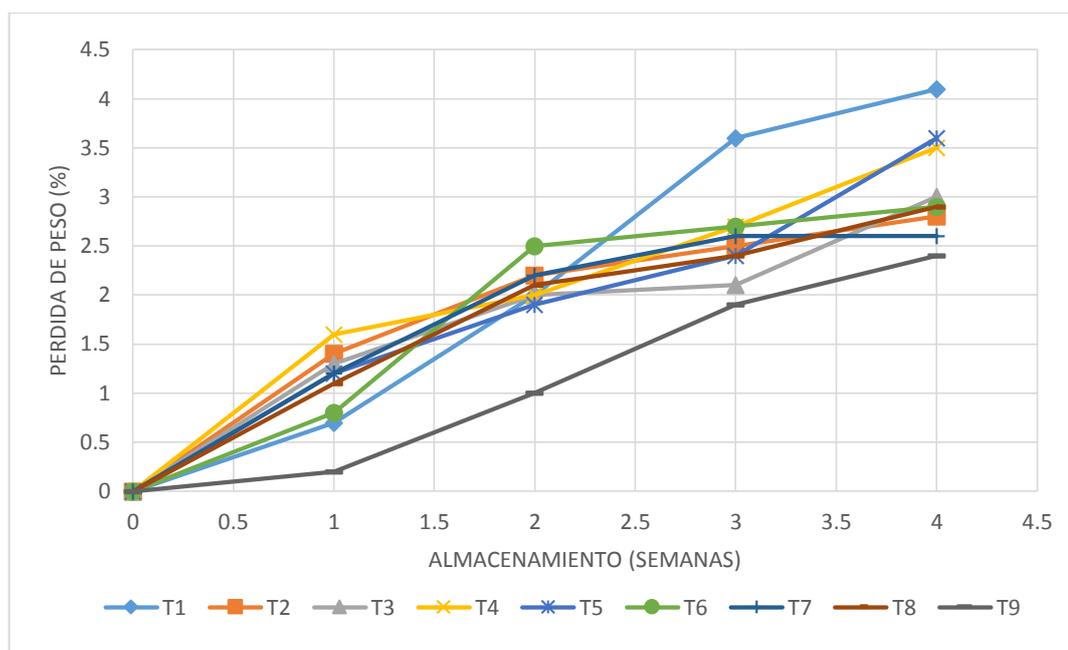
## 4.2. EFECTO DEL RECUBRIMIENTO ELABORADO Y COMERCIAL EN LAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LA NARANJA

### 4.2.2. Efecto del RCE pérdida de peso de la naranja

Se presenta en el análisis de varianza ANVA (Anexo 2, Cuadro 3) con un nivel de confianza de 95%, se observa que hay diferencia significativa para los días de almacenamiento, sin embargo para los tratamientos hay una diferencia altamente significativa lo que indica que los tratamientos difieren entre sí, por lo cual se realizó

la prueba de comparación múltiple de Tukey, mientras para la interacción no existe una diferencia significativa.

Para categorizar las diferencias significativas mediante la comparación múltiple de Tukey a un nivel de 95% de confianza (Anexo 2, Cuadro 3.1.) para los 9 tratamientos se determinó que son diferentes entre sí, se observa los tratamientos según la pérdida de peso de las naranjas el T4 mostro mayor pérdida de peso con un 12.89% debido a cuya formulación de 2% de glicerina, 2% de lecitina de soya y 96% de gel de aloe vera, por otro lado el T9 muestra menor pérdida de peso, tuvo con un 7.28% la composición de este recubrimiento comestible fue de 3% de lecitina de soya, 6% de glicerina y 91% de gel de aloe vera, debido al efecto de la glicerina a su poder de elasticidad, y la capacidad de actuar como recubriendo comestible del gel de aloe vera, sin embargo los tratamientos T3, T2, T6, T8, T7, T5 y T1 no hay diferencia significativa estadísticamente, en los estudios reportados por Martinez-Romero et al., (2006) afirman que el gel de aloe vera mostró un efecto positivo en cuanto a la reducción de pérdida de peso en cerezas y racimos de uva, por otro lado Locaso et al., (2007) muestran en el estudio que realizaron de la pérdida de peso de 4.81% con recubrimiento con terpenos de *pinus elliotii* y muestra control con 8.83% en 4 semanas de almacenamiento en naranja, en los reportes de Martinez-Romero et al., (2006) el gel de *aloe vera* en su composición molecular predominan polisacáridos, que son efectivos como barrera, por otro lado Salvador, Cuquerella y Monterde (2003) demuestra que en cítricos, la deshidratación es mayor en la superficie del fruto que en la pulpa, siendo la zona perpendicular la más susceptible.



**Figura 4.** Pérdida de peso de los tratamientos

En la figura 3 y tabla 6 se aprecia la pérdida de peso de las naranjas que estuvieron almacenadas durante 4 semanas a una temperatura de 5°C con diferentes porcentajes de glicerina, lecitina de soya y gel de aloe vera (Anexo 2, ítem a), donde el T9 mostro menor pérdida de peso con respecto al T1 el resto de los tratamientos mantienen similar pérdida de peso entre sí, Álvarez, R., (2012) menciona que las pérdidas de peso durante el almacenamiento es una consecuencia de la pérdida de peso del fruto, así mismo estas pérdidas se deben a la capacidad del recubrimiento, Kester y Fennema, (1986), Krochta, y Mulder-Johnston, (1997), afirman que los polisacáridos (gel de aloe vera contiene polisacaridos) presentan buenas propiedades barrera a los gases y pueden adherirse a las superficies de frutas y hortalizas, pero son hidrofílicos y por lo tanto constituyen una pobre barrera a la pérdida de humedad, aunque Contreras-Oliva et al., (2012) aseguran que los polisacáridos forman compuestos capaces de controlar la pérdida de peso, por lo cual el gel de aloe vera permite controlar la pérdida de peso, en la investigación de Loor et al., (2016) demuestra una pérdida

de peso de 14.8% durante 8 semanas recubiertas con glicerina, goma arábica y carboximetilcelulosa, la glicerina es un plastificante ayuda a la elongación del recubrimiento, por lo cual el T9 con 6% de glicerina presento menor pérdida de peso. Los resultados obtenidos en la presente investigación se asemejan a los reportados de Locaso et al., (2007) y difieren con lo reportado por Martinez-Romero et al., (2006) que trabajaron con otras frutas que los resultados fueron similares.

**Tabla 8. Pérdida de peso de la naranja (%) durante cuatro semanas de almacenamiento de los 9 tratamientos.**

Tratamientos	Inicio	1ra S	2da S	3ra S	4ta S
T1	0.00	0.7±0.74	2±2.07	3.6±3.61	4.1±4.77
T2	0.00	1.4±1.19	2.2±1.86	2.5±2.09	2.8±2.22
T3	0.00	1.3±1.12	2±1.65	2.1±1.70	3±2.31
T4	0.00	1.6±1.29	2±1.53	2.7±2.01	3.5±2.44
T5	0.00	1.2±1.16	1.9±1.81	2.4±2.88	3.6±3.14
T6	0.00	0.8±0.75	2.5±2.13	2.7±2.25	2.9±2.32
T7	0.00	1.2±1.15	2.2±2.06	2.6±2.33	2.6±2.29
T8	0.00	1.1±0.98	2.1±1.93	2.4±2.13	2.9±2.47
T9	0.00	0.2±0.23	1.0±1.11	1.9±2.10	2.4±2.57

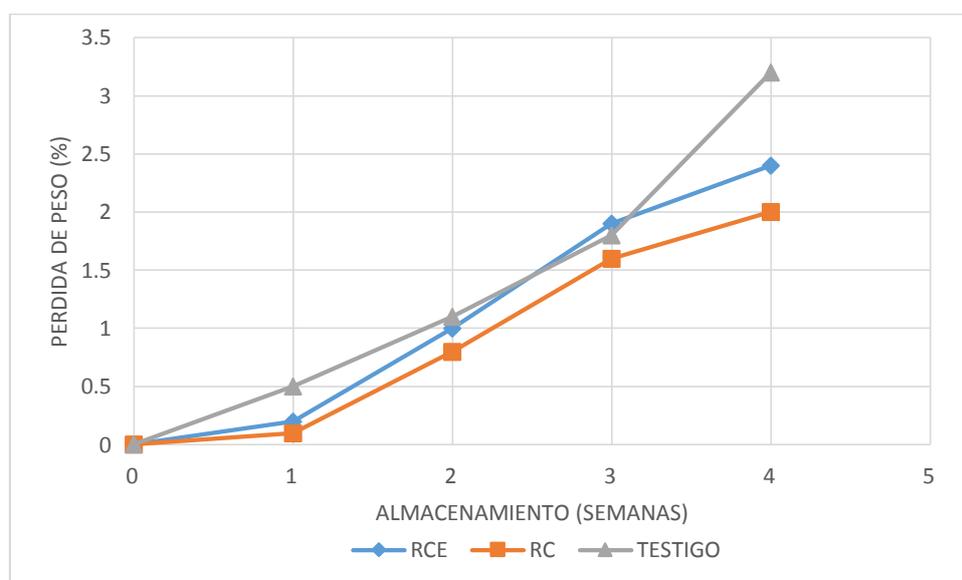
#### 4.2.3. Pérdida de peso

Para este ítem se considera el mejor tratamiento con respecto a la pérdida de peso de las naranjas almacenadas y recubiertas con 9 tratamientos (tabla 4) de los cuales el T9 mostro menor pérdida de peso, por tal motivo se hizo un comparativo con el recubrimiento comercial y muestra control.

En la Tabla 9, muestra el efecto del RCE, RC y muestra control en la conservación de la pérdida de peso en las naranjas, donde se observa que los recubrimientos empleados no afectaron de manera significativa durante el periodo

de almacenamiento, esto nos indica que el RCE por sus componente de flexibilidad que proporciona la glicerina y gel de aloe vera y la adhesión a la superficie son buenas formadoras de películas y se adhieren a la superficie de la fruta lo que permitió la reducción de pérdida de peso Kester y Fennema (1989), sin embargo las naranjas con RC contiene buenas propiedades de barrera.

En la figura 5, se observa la pérdida de peso de las naranjas, que no varía significativamente entre los recubrimientos y la muestra control durante las cuatro semanas de almacenamiento, según Gil, (2001) publica que toda fruta con el paso del tiempo pierde agua en forma de vapor al seguir su proceso de respiración luego de ser cosechadas.



**Figura 5.** Pérdida de peso de los recubrimientos elaborado y comercial.

Se considera el análisis estadístico ANVA (Anexo 2, Cuadro 4) del diseño de bloques completamente al azar con un nivel de 95% de confianza, se observa que para los bloques (recubrimientos) no existió una diferencia significativa con respecto al porcentaje de pérdida de peso en naranjas, lo que indica que los recubrimientos no difieren entre si sobre esta variable, mostrando más pérdida de peso en la muestra control con 9.75%, mientras tanto el RCE (T9) 7.28% de pérdida

de peso que difiere del RC con 6.05% que mostro menos pérdida de peso en naranjas.

Por otro lado el recubrimiento comestible elaborado está constituido por glicerina, lecitina de soya y gel de aloe vera; 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, en los enunciados de Ni et al., (2004) el gel de aloe vera cuya composición es básicamente a base de polisacáridos, fue altamente efectivo como barrera frente a la pérdida de peso sin la incorporación lipídica, Drake et al., (1988) manifiestan que las proteínas (lecitina de soya) por lo general forman recubrimientos con buenas propiedades mecánicas y son una buena barrera para los gases (oxígeno (O<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)), pero no impiden suficientemente la transmisión de vapor de agua, por otro lado Morillon et al., (2002), afirman que las proteínas muestran excelentes propiedades mecánicas y estructurales, pero presentan una pobre capacidad de barrera frente a la humedad, sin embargo las naranjas tratadas con el recubrimiento comercial Seal Brithe Lustre muestra los componentes como esteres de colofonia de madera, ácidos grasos, hidroxido de amonio, proteínas vegetales polietilenglicol, etanol y antiespumante siliconado, por lo cual todos los componentes que presenta actúan como barrera frente a la pérdida peso por lo tanto las naranjas tratadas con este recubrimiento mostraron menor pérdida de peso frente a las naranjas tratadas con recubrimiento comestible elaborado, que difiere de las naranjas de muestra control.

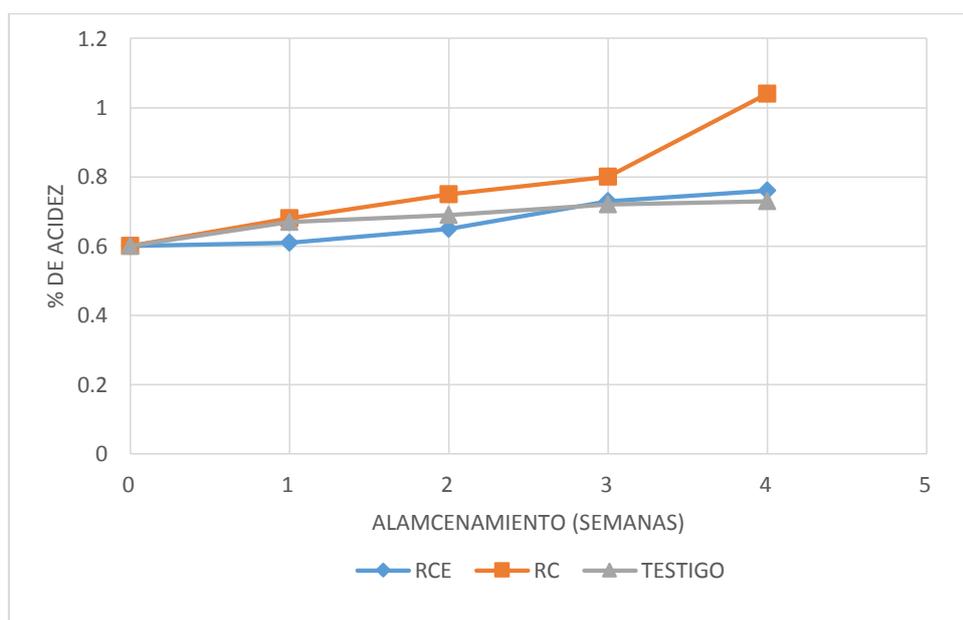
**Tabla 9: Pérdida de peso (%) durante cuatro semanas de almacenamiento.**

Métodos y testigo	inicio	1ra	2da	3ra	4ta
RCE	0.00	0.2±0.23	1.0±1.11	1.9±2.10	2.4±2.57
RC	0.00	0.1±0.12	0.8±0.87	1.6±1.80	2.0±2.16
TESTIGO	0.00	0.5±0.52	1.1±1.15	1.8±1.77	3.2±4.31

RCE : Recubrimiento comestible elaborado  
 RC : Recubrimiento comercial.

#### 4.2.4. Acidez titulable

En la Tabla 10 y figura 6 se presenta la variación de la acidez titulable, donde se observa que hay una ligera disminución de la acidez, Salvador, Cuquerella y Monterde (2003) mencionan en su investigación la disminución de la acidez de 0.06% con recubrimiento comestible con quitosano.



**Figura 6.** Comportamiento de la acidez durante el almacenamiento

El resultado de análisis de varianza ANVA (Anexo 3, Cuadro 5) muestra que no hay diferencia estadísticamente significativa entre ambos recubrimientos. RCE y RC por lo tanto no afectan la estabilidad del porcentaje de ácidos titulables, por otro

lado el testigo muestra similar disminución de ácidos, por lo cual no hay cambios durante las semanas de almacenamiento la ácidos permaneció constante.

Se muestra en la Figura 6, el comportamiento de las naranjas tratadas con RCE, RC y muestra control, donde se observa que las naranjas tratadas RC la primera semana a la tercera muestra una ligera disminución a la cuarta semana muestra una disminución de la ácidos titulable, por otro lado las naranjas tratadas con RCE muestra una disminución ligera similar a la muestra control. Según Gonzalo y Salaya (2004), el ácido cítrico tiende a disminuir, y las de otro a aumentar, como también la conductividad eléctrica en la naranja. Los valores obtenidos en la investigación son similares a los reportados por Brito et al., (2012) que presenta 0.65 a 0.91 de ácidos titulable.

División Agroindustrial de Meats de Colombia, (2000), indica que la ácidos de naranja es de 0.65% a 1.1%, sin embargo Russián, (2006) y Pérez et al., (2005) muestran valores de 1,05 % y 3,08 - 1,61 % de ácidos. Por otro lado, Aular y Aular-Rodríguez (2007) evaluaron la calidad en la variedad 'Valencia' señalaron valores de 0,69% de ácido cítrico; contrario a lo registrado por Zambrano et al., (2001) reportaron promedios de 1,59; 1,63 y 1,18 %, los resultados de la presente investigación está dentro los rangos de los artículos citados.

**Tabla 10: Ácidos titulable (%) durante cuatro semanas de almacenamiento.**

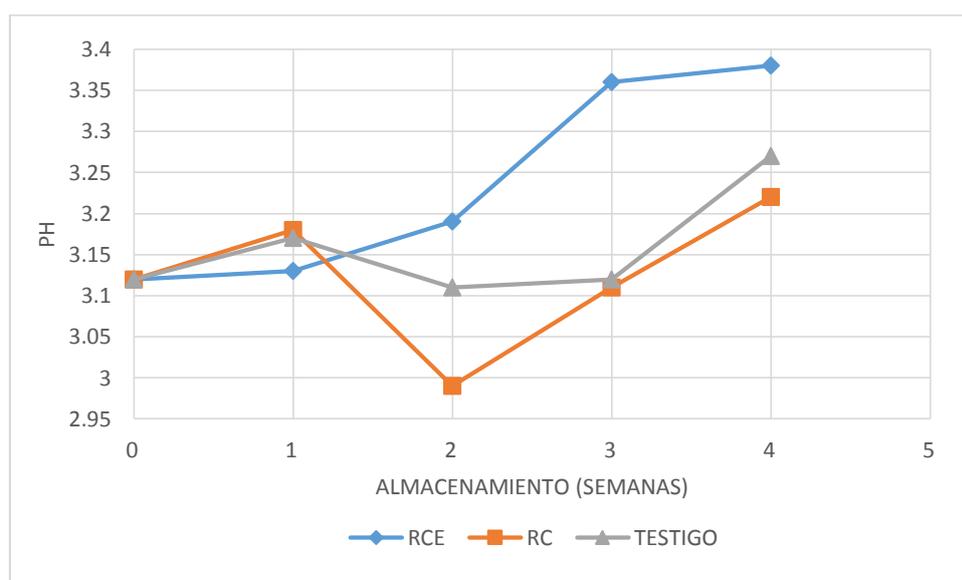
Métodos y testigo	1ra ± &	2da ± &	3ra ± &	4ta ± &
RCE	0.25±0.65	0.18±0.61	0.22±0.76	0.28±0.73
RC	0.33±0.75	0.19±0.68	0.23±0.80	0.36±1.04
TESTIGO	0.25±0.67	0.20±0.69	0.23±0.72	0.28±0.70

RCE : Recubrimiento comestible elaborado

RC : Recubrimiento comercial.

#### 4.2.5. pH

En la tabla 11 y figura 7, se observa que hay una diferencia significativa en las naranjas tratadas con ambos recubrimientos, el RCE muestra desde la semana cero a la primera semana que hay una disminución hasta la cuarta semana, por otro lado el RC muestra un aumento en el valor del pH a la segunda semana de almacenamiento, lo que nos indica que la aplicación de recubrimiento comercial no ayudo a mantener el pH del fruto en estudio puesto que las muestras son desechables, la tercera y cuarta semana de almacenamiento se observa la disminución del valor promedio del pH. Sucede lo mismo con el testigo.



**Figura 7.** Comportamiento del pH durante el almacenamiento

El análisis estadístico ANVA (Anexo 2, Cuadro 5), muestra que existe diferencia significativa lo que indica que las naranjas con los recubrimientos empleados tuvieron diferentes valores de pH ya que influyeron de manera diferente como se muestra en la prueba Tukey (Anexo 2, Cuadro 5.1.) que hay diferencia estadísticamente significativa entre las naranjas tratadas con los RCE y RC,

destacando el RCE con un promedio de 3.27 de pH, seguido por el recubrimiento comercial con un promedio de 3.13 de pH, el testigo muestra un promedio de 3.15 de pH, lo cual se asemeja lo reportado por (Brito, 2014) en su investigación en naranjas recubiertas con quitosano muestra valores de 3.40 a 3.60 de pH.

La percepción organoléptica de la acidez está condicionada por un valor de pH que puede variar acorde a la cantidad de agentes naturales particularmente sales potásicas Nogueira, (1984). El pH es considerado como un indicador de madurez, ya que su valor tiende a aumentar a medida que el estado fisiológico del fruto pasa de verde a amarillo. El pH de la naranja varia por lo general entre 2.9 y 3.9 en las afirmaciones de Gonzalo y Salaya, (2004), por lo cual las naranjas tratadas con recubrimiento comestible elaborado y comercial están dentro de los parámetros estimados por Gonzalo y Salaya, (2004).

**Tabla 11: pH durante cuatro semanas de almacenamiento.**

Métodos y testigo	1ra S ± &	2da S ± &	3ra S ± &	4ta S ± &
RCE	3.13±0.17	3.19±0.14	3.36±0.41	3.38±0.24
RC	2.99±0.29	3.11±0.33	3.18±0.16	3.22±0.14
TESTIGO	3.11±0.20	3.12±0.21	3.17±0.36	3.29±0.25

RCE : Recubrimiento comestible elaborado

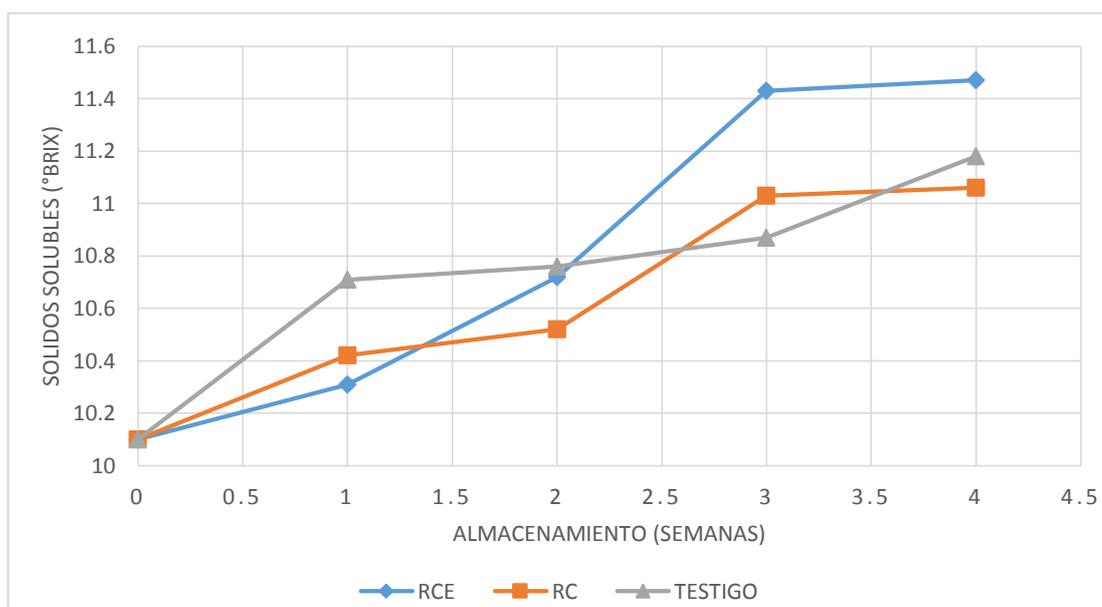
RC : Recubrimiento comercial.

#### 4.2.6. Sólidos solubles

En la Tabla 12, se presenta los valores de sólidos soluble de las naranjas tratadas con recubrimiento comestible elaborado y recubrimiento comercial. Se puede observar que los sólidos solubles (°Brix) no hay diferencia entre las naranjas recubiertas con recubrimiento comestible elaborado, recubrimiento comercial y muestra control, en la figura 8 se observa los sólidos solubles de las naranjas

con recubrimiento comestible, comercial y muestra control que muestran un aumento en los °Brix.

El análisis de varianza ANVA (Anexo 2, Cuadro 6) donde se observa que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los recubrimientos comestible y comercial los datos los datos reportados se asemejan a los reportado por Brito, et al., (2012), en la Figura 8, se observa que no hay diferencia entre ambos recubrimientos, sin embargo el testigo muestra una tendencia lineal durante las 4 semanas de almacenamiento, ambos recubrimientos muestran un aumento de °Brix de la primera semana a la segunda semana, la tercera semana se observa una disminución la cuarta semana muestra un incremento de los °Brix.



**Figura 8.** Comportamiento de sólidos solubles durante el almacenamiento

Los sólidos solubles totales en el jugo de los frutos cítricos están compuestos aproximadamente por 80 % de azúcares, 10 % de ácido cítrico, y el resto corresponde a compuestos nitrogenados, vitaminas, elementos minerales y otras sustancias solubles en agua (Gonzalo y Salaya, 2004).

En la naranja, los sólidos solubles se componen principalmente de azúcares, a medida que la naranja madura, el contenido de azúcares en la fruta se incrementa y el contenido de ácido disminuye. Por lo tanto los sólidos solubles tienden a incrementar durante la maduración del fruto. De acuerdo con Gonzalo y Salaya, (2004), el contenido de la naranja puede variar entre 7 y 12%. Por otro lado en los estudios realizados por Perez-Aparicio et al., (2008), mostraron valores de 11,2 y 11,45 % de °Brix, en los estudios realizados por Kulczyki et al., (2010) trabajaron con fosfina que mostro valores de 13.2 °Brix y bromuro 12.9 °Brix, Alayón et al., (2014) en sus investigaciones mostraron valores de 11.2 a 11.8 de °Brix en naranjas Valencia late con fertilizantes foliares. Los resultados obtenidos de las naranjas tratadas con los recubrimientos comestibles elaborados y recubrimiento comercial están dentro de los parámetros citados por Gonzalo y Salaya, (2004).

**Tabla 12. SST (°Brix) durante cuatro semanas de almacenamiento.**

Métodos y testigo	1ra S ± &	2da S ± &	3ra S ± &	4ta S ± &
RCE	10.31±1.17	10.72±1.10	11.43±2.32	11.48±0.92
RC	10.42±1.32	10.52±0.70	11.03±1.40	11.6±1.98
TESTIGO	10.71±1.69	10.76±1.66	10.87±0.82	11.18±1.35

RCE : Recubrimiento comestible elaborado

RC : Recubrimiento comercial.

#### 4.2.7. Inhibición fúngica

Para la inhibición fúngica, no mostro indicios de presencia de hongos, mediante la siembra en naranjas luego recubiertas con RCE y RC durante 7 días, en el cual no hubo crecimiento de colonias de levadura a las 48 horas ni de mohos después de 7 días; el RCE por los componentes que contiene como el gel de aloe vera como agente antimicrobiano evito el desarrollo de microorganismo, Vega et

al., (2010), el gel de aloe vera contiene propiedades antimicrobianas como las antraquinonas y aloemodina, en los estudios reportados por Serrano et al., (2006) el gel de aloe vera se ha evaluado como recubrimiento comestible en cerezas y uvas, el uso del recubrimiento con aloe vera en gel condujo a una reducción significativa en el recuento de aerobios mesófilos y de forma especial de mohos y levaduras, sin embargo el RC por los compuestos que contiene evita el desarrollo fúngico, en el estudio realizado por Pauro (2016) en aguaymanto sin cáliz el recubrimiento comercial Seal Brite Lustre inhibió microorganismos fúngicos.

#### **4.2.8. Color: Angulo de tono (Hue\*)**

Se muestra el comportamiento del Angulo de tono (Hue\*) en la naranja cv. Valencia con RCE y RC. Los valores determinados para el ángulo de tono (Hue\*) se midieron en la escala CIE L\*, a\* y b\* en donde L\* mide el brillo de la superficie, a\* representa la intensidad del color verde y rojo y b\* la intensidad del color azul y amarillo. Con los valores de a\* y b\* se calculó el chroma (C\*). Los valores registrados se encuentran (Anexo 1, Cuadro h).

Se muestra los resultados de ANVA (Anexo 2, cuadro 8) que hay una diferencia significativa en croma entre las naranjas tratadas con ambos recubrimientos que influyeron de manera diferente como se muestra en la prueba Tukey (Anexo 2, cuadro 8.1.) que muestra que hay diferencia estadísticamente significativa entre las naranjas tratadas con los RCE y RC, en la tabla 13, se observa la desviación estándar; donde el ángulo de tonalidad (Hue\*) de las naranjas con recubrimiento comestible elaborado muestra un ángulo de tonalidad es de 83.38°, lo cual muestra un color amarillo, se asemejan a lo reportado por Konica

Minolta, (2003) muestra naranjas tratados con cera a base de quitosano con un ángulo de 85.7° lo cual indica un color amarillo en la cáscara del fruto.

**Tabla N° 13: color: Angulo de tonalidad (Hue\*)**

	Hue*
<b>RCE</b>	83.38±1.27
<b>RC</b>	85.42±0.77

RCE : recubrimiento comestible elaborado  
RC : recubrimiento comercial

#### 4.2.9. Color: Cromo (C\*)

Se muestra el comportamiento del Cromo (C\*) en la naranja cv. Valencia con RCE y RC. Los valores determinados para croma (C\*) se midieron en la escala CIE L\*, a\* y b\* en dónde L\* mide el brillo de la superficie, a\* representa la intensidad del color verde y rojo y b\* la intensidad del color azul y amarillo. Con los valores de a\* y b\* se calculó el croma (C\*). Los valores registrados se encuentran (Anexo 1. Cuadros h).

Se muestran los resultados de ANVA (Anexo 2, cuadro 9) donde muestra que no hay diferencia significativa entre las naranjas con RCE y RC, que no hubo cambio significativo en el color de la cascara de la naranja en ambos recubrimientos con respecto al croma, en la tabla 14, se observa la las naranjas recubiertas con recubrimiento comercial muestran un ángulo de 85.42°; lo cual indica un color amarillo en la cascara, Rodríguez, et al. (2001) indica valores de 85° a 83° en naranjas tratadas con cera comercial.

Los resultados obtenidos fueron similares a los resultados publicados por Rodríguez-Felix, et al., (2001), por lo cual no se presentaron diferencias entre los recubrimientos (cera comercial y cera comestible elaborada) durante el almacenamiento de 4 semanas a 5°C. Olmo et al., (2000) menciona que el color de las naranjas variedad valencia con el índice de color presento un comportamiento definido durante su almacenamiento por 6 semanas a 8°C. Por lo tanto las naranjas almacenadas durante 4 semanas a una temperatura de 5 °C, no hubo cambio de color.

El color para el caso de los cítricos no es un parámetro de madurez como tal, sí que se puede considerar de calidad puesto que los consumidores de este tipo de fruta esperan el color característico (Ladanya, 2008).

Sin embargo, en los datos de croma fue de 44.93 en las naranjas con recubrimiento comestible elaborado y de 49.35 en las naranjas con recubrimiento comercial. Durante el almacenamiento de 4 semanas a una temperatura de 5°C, los valores de croma de las naranjas mostraron un comportamiento variable, mostrando una tendencia definida. Las naranjas tratadas con recubrimiento comestible elaborado presentaron durante el almacenamiento valores similares a los tratados con recubrimiento comercial. Fortiz, Ruiz y Rodríguez. (2011), obtuvieron valores de 64.5 en frutos con cera comercial y de 66.4 en recubrimiento con quitosano. Durante un almacenamiento de 6 días a 20°C. Por otro lado Bautista-Baños, et al., (2006), menciona que las naranjas recubiertas con cera generalmente mejora la apariencia y mantiene el color, Martínez-Romero (2006) en su investigación con gel de aloe vera mostró de forma significativa un menor incremento en el índice de color Croma tanto en cereza como en uva con respecto a los frutos control y mostraron una tonalidad rojiza.

Tabla N° 14: color: Croma (C\*)

	<b>Croma</b>
<b>RCE</b>	44.93±3.19
<b>RC</b>	49.351±4.41

RCE : recubrimiento comestible elaborado  
RC : recubrimiento comercial

## CONCLUSIÓN

- Los porcentajes adecuados para el recubrimiento comestible elaborado son 2% de lecitina de soya, 2% de glicerina y 96% de gel de aloe vera, los mejores tratamientos fueron mejorar la conservación y menor pérdida de peso.
- El recubrimiento comercial mostró mayor tiempo de conservación con respecto al recubrimiento comestible elaborado en cuanto a pérdida de peso, las propiedades fisicoquímicas no fueron afectadas por los tratamientos, e inhibieron el desarrollo fúngico de *penicillium* s.p.

### RECOMENDACIÓN

- Realizar estudios con diferentes componentes de ceras como, lípidos e hidrocoloides.
- Realizar estudios con varias frutas climatéricas para establecer el tiempo de vida útil.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Acevedo, V. y Ramírez D. (2011). Análisis técnico y económico de la pectina a partir de la cascara de la naranja (*Citrus sinensis*). Universidad de San Buenaventura Cali Facultad de Ingeniería programa de ingeniería Agroindustrial Santiago de Cali, Chile
- Acuña, D., Tesone D., (2004), Efecto del método de secado sobre las propiedades color y viscosidad del gel de aloe vera (*Babadensis miller*): análisis comparativo entre la liofilización y el secado por aire caliente. Universidad de la Sabana, Facultad de Ingeniería, Chía.
- Agustí, M. (2003). Citricultura. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona. 2ª Ed. P: 19-22, 89-101, 162-163, 171-173.
- Agustí, M. (2010). Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. P: 107, 311-313.
- Ahmed E, Yousef, Carlstrom C., (2003). *Microbiología de los alimentos*. Manual de laboratorio. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza-España. P. 315.
- Alifarma, S.A. de C.V. (2010). Certificado de análisis, laboratorio de control de calidad. México.
- Alcázar, J. (2002), Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias, 2da Edición, Cibercopy Impresiones, Cusco, Perú.
- Alifarma, S.A. de C.V. (2010). Certificado de análisis, laboratorio de control de calidad. México.
- Alvarez, R., (2012). Formulación de un recubrimiento comestible para frutas cítricas, estudio de su impacto mediante aproximación metabólica y

evaluación de la calidad poscosecha. Universidad de Antioquia, Facultad de Química Farmacéutica, Medellín-Colombia

AOAC. (1990) Official Methods of Analysis. 14th Ed. S. Williams (ed.). Association of Analytical Chemist. Washington, DC, USA. P. 1141.

Aular, J. y J. Aular Rodríguez. (2007). Calidad de la naranja proveniente de Yumare, Venezuela, y su evolución en el período de zafra. *Bioagro*. 19 (3): 169-174.

Arévalo, M. (2013). Determinaciones cuantitativas en naranjas mediante tecnología NIRS. Universidad Pública de Navarra, Pamplona-España

Ariza, R., Tejacal, I., Nicolas, M., Cervantes, R., Lugo, A., Barrios, A., y Barbosa, M. (2010). Calidad de los frutos de Naranja Valencia en Morelos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, vol. 11. México.

Badui, S., (1995). *Química de los Alimentos*. Editorial ALHAMBRA MEXICANA, S.A. de C.V. México.

Banks, N.H. (1985). Internal Atmosphere Modification In Pro-Long® Coated Apples. *Acta*

Barry, G., Castle, W., y Davies, E. (2004). Soluble solids accumulation in “Valencia” sweet orange as related to rootstock selection and fruit size. *J. amer Soc. Hort. Sci.* 129.

Bautista-Baños, S., Hernández-Lauzardo N., Velásquez-del Valle M., Hernández-López M., Barka A., Bosquez-Molina E., Wilson C. (2006) Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 25:108-118.

- Bozzi, A., Perrin C., Austin S. y Arce Vera F. (2006) Quality and authenticity of commercial aloe vera gel powders. *Food Chemistry*.
- Brito, A. (2012). Control de podredumbres y calidad poscosecha de limones tratados con recubrimientos naturales. Tesis de Master. Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Brito, A., Chafer M. y Gonzales M. (2014). Aplicación de Recubrimiento a base de Quitosano y Aceite Esencial de Limon en el Control de la Poscosecha de la Povedumbre Azul de Naranjas. Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Castillo, S., Navarro D. y Zapata P. (2010). Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biol Tec.* 57(3): 183-188.
- Contreras-oliva, A., Bermejo A., Del Rio M., Perez Gago M. y Rojas-Argurdo C. (2008) Efecto del quitosano aplicado como recubrimiento en naranjas cv. Valencia. *Avances en maduración y post-recolección de frutas y hortalizas / coord. Por Rosa Oria Almudí, Jesús Val Falcón, Ana Ferrer Mairal, P.* 348-356.
- División Agroindustrial de S.A.S. (2000). Registros de Calidad de Naranja. Meals. Colombia
- Drake, S.R., Kupferman, E.M. y Fellman, J.K. (1988). Bing sweet cherry (*Prunus avium* L.) quality as influenced by wax coatings and storage temperature. *Journal of Food Science*, 53, 124-126.

- Eaks, I.L. (1960) Physiological Studens of Chilling Injury in Citrus Fruits. Hort Science 19:421-422.
- Elmadfa, I., AIGN, W., Muskat, E., Friezche, D., Cremer, H. (1998). La Gran Guía de la Composición de los Alimentos. Barcelona, España.
- Famá, L., Flores, S., .Rojas, A. M., Goyanes, S. y Gerschenson, L. (2004). Comportamiento Mecánico Dinámico de Películas Comestibles a Bajas Temperaturas: Influencia del Contenido de Sorbato y Grado de Acidez. Revista SAM 1(1):157-162.
- Farber, J., Harris, J., Parish, E., Beuchat, L., Suslow, T., Gorney, R., Garrett, H., Busta, F., (2003) Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and freshjcut produce. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2:142-160.
- Femenia A., Sanches E., Simal S. y Rossello C. (1999). Compositinal features of polysaccharides fron Aloe Vera (*aloe barbadensis* Miller) plant tissues. *J. Carbohydrate Polymery*. Vol 39.
- Filatova A., y Kolesnova Y. (1999). The significance of flavonoids from citrus juices in disease prevention. *Pishchevaya-Promyshlennost*, 8. Págs: 62-63.
- Fortiz J., Ruiz J y Rodriguez A. (2011). Efecto de recubrimiento con quitosano y cera comercial en la calidad de naranja “valencia” durante el almacenamiento. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Hermosillo, Sonora, México

- García, M., Martino, M., y Zaritzky, N. (2000). Lipid addition to improve barrier properties of edible starch-based films and coatings. *Journal of Food Science* 65:941–947
- García-Ramos, M. L., Bautista-Baños, S., Barrera-Necha, L. (2010). Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para su uso en productos hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28 (1), 44 – 57.
- Gennadios A. y Weller C.L. (1990). Edible Films and Coatings from Wheat and Corn Proteins. *Food Technology*, 44, 63-69.
- Gil G. F. (2001). Madurez de la Fruta y Manejo Poscosecha. Ediciones Universidad Católica de Chile. Primera Edición. Santiago-Chile.
- Gonzalo, F., y Salaya, G., (2004). Madurez de la fruta y manejo poscosecha, segunda edición, impresión Salesianos. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Guzmán L. (2012), Efecto del Escaldado, Deshidratación Osmótica y Recubrimiento en la Perdida de Humedad y Ganancia de Aceite en Trozos de Papa Criolla Fritas. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol 10 No. 2 (170 – 176).
- Hagenmaier D. (2014). The Flavor of Mandarin Hybrids with Different Coatings. *Postharvest Biol. Technol.* 24: 79-87.
- Hernández E. (1994). Edible coatings from lipids and resins. En: Krochta, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. (eds.). *Edible Coatings and Films*

- to Improve Food Quality. Ed. Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, USA, pp. 279-303. *Horticulturae*, 157, 105-112.
- Konica y Minolta (2003) Comunicación Precisa de los Colores. Konica Minolta Sensing Inc. P. 45.
- Krochta J.M. y Mulder-Johnston, C. (1997). Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. En: *Food Technology*. Vol.51, P. 60-74.
- Kulczycki C., Fernández L. y Sosa A. (2010). Calidad postcosecha de naranja valencia fumigada con fosfina como alternativa al uso de bromuro de metilo. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 10, núm. 2, 2010, P. 86-93, Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. México
- Ladaniya M. (2008). *Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation*. Ed. Elsevier, San Diego. P.: 1, 2, 106-108, 197-200, 476-484.
- Lee, Y. K., Weintraub S. T. y Yu, B. P. (2000). Isolation and identification of a phenolic antioxidant from *Aloe barbadensis*. *Free Radical Biology & Medicine*. 2(28), 261 – 265.
- Lewis M., Zapico J. y Barrio j. (1993). *Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de proceso*. Acribia, D.L. 494 p.
- Lim, R., Stathopoulos, C. E. y Golding, J. B. (2011). Effect of edible coatings on some quality characteristics of sweet cherrier. *Journal International Food Research*, 18(4), 1237-1241.
- Lobo L.A. y Wasan, D.T. (1990). Thin Film Stability and Interfacial Rheology of Emulsion Systems. En: E.L. Gaden. *Food Emulsions and Foams: Theory*

and Practice. pp 25-33. Nueva York. *American Institute of Chemical Engineers Symposium Series* 86 (277).

Locaso d., Cruañes M.C., Velazque M.S., Pisonero M.O., Gerard O.A. y Terenzano I. (2007). Conservación de Naranjas con un Recubrimiento Formulado con Terpenos Obtenidos a Partir de *Pinus*. Facultad de Ciencias de la Alimentación, Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER). Concepción del Uruguay, Argentina

Loor R., Mesías F., Prado A., Molina M. y Montesdeoca C. (2016) Evaluación Postcosecha de Naranjas Almacenadas con Agentes de Recubrimiento. Carrera de Agroindustria. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

Martínez D., Albuquerque N., Valverde N., Guillén N. y Castillo S. (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biol Technology*. Jan; 39(1): 93–100.

Martínez D., Guillén F., Valerde J. M., Serrano M., Zapata P. y Bailén, G., (2007). Aloe Vera Gel como Recubrimiento Comestible en Frutas y Hortalizas.

Martínez-Romero D., Albuquerque N., Valverde J., Guillén F., Castillo S. y Valero D. (2006), Postharvest Sweet Cherry Quality and Safety Maintenance by Aloe vera Treatment: A New Edible Coating. *Postharvest Biol Technol*.

McHugh, T. H., y Krochta, J. M., (1994). Dispersed phase particle size effects on wáter vapor permeability of whey protein-beeswax edible emulsion films. *Journal of Food Processing and Preservation*, 18, 173 – 188.

- McHung, T., y Senesi, E. 2000. Apple Wraps: A novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples. *Journal of Food Science* 65:480–485.
- Mejia A. (2011). Efecto de la deshidratación por Radiación Infrarroja Sobre Algunas Características Fisicoquímicas de Interés Comercial del ale vera (*aloe bardensis* Mill). Universidad de la Sabana Campus Universitario Puente del Común, Chía.
- Monedero, F., Fabra, M., Talens, P. y Chiralt, A. (2009). Effect of oleic acid-beeswax mixtures on mechanical, optical and water barrier properties of soy protein isolate based films. *Journal of Food Engineering*, 91, 509-515.
- Montero M., Rojas M., Soliva R., y Belloso M. (2009). Tendencias en el procesamiento mínimo de frutas y hortalizas frescas. *Horticultura internacional extra poscosecha*, 49
- Montville T. y Matthews K. (2009). *Microbiología de los Alimentos Introducción*. Editorial Acribia Zaragoza, España.
- Moreiras O., Carbajal A., Cabrera L. y Cuadrado C. (2010). *Tablas de Composición de Alimentos.*, 10ª edn: Madrid.
- Morillon V., Debeaufort F., Blond G., Capelle M. y Volilley A. (2002). Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: a review. *Critical Review in Food Science and Nutrition*.
- Morín C. (1985). *Cultivo de cítricos*. Ed. IICA, Lima, Perú. 1ª Ed. P. 12.

- Ni Y., Turner D. Yates KM. y Tizard I. (2004). Isolation and characterization of structural components of aloe vera L. leaf pulp. *International Immunopharmacology*.
- Olmo M., Nadas A. y García L. (2000) Nondestructive methods to evaluate maturity level of oranges. *J. Food Sci.* 65(2):365-369.
- Pastor C., Vargas M. y González-Martínez C. (2005). Recubrimientos comestibles: Aplicación a frutas y hortalizas. *Revista: Alimentación, Equipos y Tecnología* 197(24):130-135.
- Pauro V. (2016). Aplicación de dos métodos (encerado o inmersión en cloruro de calcio) para la conservación poscosecha del agaymanto (*Physalis peruviana*) sin caliz. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Puno-Perú
- Pedraza, R. (2006). Línea programática de buenas prácticas agrícolas y pecuarias para la cadena agroindustrial. Colombia
- Perez-Aparicio, J., Zapata-Sobera, L., Lafuente-Rosales, V., y Toledano-Medina., M., (2008). Almacenamiento de naranjas cv. "Salustiana" Y cv. "Valencia" y su influencia en la calidad de zumo (III). *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, vol. 9, Núm. 22800. Hermosillo, México
- Pérez, M., Soto E., Avilán L. y Salcedo F. (2005). Caracterización ecofisiológica y morfológica in situ, de la naranja criolla de CARIBE, estado Monagas. *CENIAP HOY*. N° 9. Revista digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela.

- Perez–Gago, M. Rojas, C., y Del Río, M. (2003). Effect of hydroxypropyl methylcellulose–beeswax edible composite coating on postharvest quality of "Fortune" Mandarins. *Acta Horticulturae* 599:583–587.
- Quintero A. y Rafael M. (2012), Formulación de un Recubrimiento Comestible para Frutas Cítricas. Estudio de su Impacto Mediante Aproximación Metabólica y Evaluación de la Calidad Pos Cosecha. Editor Biblioteca Digital de la Universidad de Antioquia.
- Quintero C., Falguera V. y Muñoz A. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: Importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga* 1(5):93-118.
- Ramírez J. (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 vera barbadensis* Miller). Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín Facultad de Ciencias Agrarias. Colombia.
- Raybaudi–Massilia, R., Mosqueda–Melgar, J., y Martín–Belloso, O. (2008). Edible alginate–based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf–life and safety of fresh–cut melon. *International Journal of Food Microbiology* 121:313–327.
- Restrepo J. y Aristizabal I. (2010). Conservación de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y cera de carnauba. *Vitae*. 17 (3): 252-263.

- Restrepo, J. (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, Facultad de Ciencias Agroindustriales. Universidad de Quindío. Colombia
- Ritenour, M. A., (2004) Orange. In: The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. U.S. Department of Agriculture. Handbook No. 66. Online version.
- Rodríguez-Félix, A., Villegas-Ochoa M.A., Camarena-Gómez G.A. y Martínez-Antúnez R. (2001), Calidad de naranja 'Valencia' durante el almacenamiento a baja temperatura. Rev. Chapingo. Serie Horticultura 7(2):257-272.
- Rojas-Graü, M., Raybaudi-Massilia, R., Soliva-Fortuny, R., Avena-Bustillos, R., McHugh, T., and Martin-Belloso, O. (2007). Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. Postharvest Biology and Technology 45:254-264.
- Ruiz M. (2010). Laboratorio de mecánica de Fluidos. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa-división de ciencias básicas. Ingeniería química. Mexico
- Russián T. (2006). Calidad del Fruto en Acciones de Naranja 'Criolla' y 'Valencia' en el sector
- Saavedra, H. N., Nestor, A y Algecira, E. (2010). Evaluacion de películas comestibles de almidon de yuca y proteína aislada de soya en la

conservación de fresas. *Publicación Científica en Ciencia Biomedicas*, 8(14), 172-182.

Saks Y. y Barkai-Golan R. (1995). Aloe vera gel activity against plant pathogenic fungi. *Postharvest Biology and Technology* 6, 159-165.

Salvador, Cuquerella y Monterde. (2003). Efecto del quitosano aplicado como recubrimiento en mandarinas 'fortune'. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, ISSN. México.

Serrano M., Valverde J., Guillen F., Castillo S., Martinez-Romero D. y Valero D. (2006). Use of Aloe vera gel coating preserves the functional properties of taabl grape. *J. Agric. Food Chem.*

Valverde, J. M., Valero D., Martínez-Romero D., Guillén F., Castillo, S. y Serrano M. (2005). Novel edible coating based on aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. *Journal of agricultural and food chemistry*. 53 (20), 7807 – 7813.

Vazquez-Briones, M.C., y Guerrero-Beltran, J.A., (2013). Recubrimiento de frutas con biopelículas. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambientes. Universidad de las Américas Puebla. C.P.72810. Mexico

Vega, D., Ampuero N., Díaz, L. y Lemus R. (2010). El Aloe Vera (*Aloe barbadensis* Miller) Como Componente de Alimentos Funcionales. *Mundo Alimentario*, 15-16.

Vera, D. (2013). Determinación del Tiempo de Conservación del Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea* Sent), con Sábila (Aloe vera) y Melaza como

Recubrimiento Comestible a Temperatura Ambiente y Refrigeración.  
Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales Escuela  
de Desarrollo Integral Agropecuario. Tulcán – Ecuador.

Wang, CY. (1990) Chilling Injury of Horticultural Crops. C Y Wang (ed). CRC Press.  
Boca Raton, Florida. USA. P. 313.

Xu, S., Chen, X. y Sun, D. W. (2001). Preservation of kiwifruit coated with an edible  
film at ambient temperatura. *Journal of foog Engineering*, 50, 211-6.

Zambrano J., I. Quintero R. Álvarez R. Hortegano y M. Sáenz. (2001). Evaluación  
de frutos de naranjo 'Valencia' provenientes de tres pisos altitudinales  
del estado Trujillo. *Agronomía Tropical*. 51 (1): 107-117.

## ANEXO 5

### Datos obtenidos de las características fisicoquímicas

**a. Datos de pérdida de peso de los tratamientos de la naranja “valencia”**

		1ra S			2da S			3ra S			4ta S		
T1	R1	209.3	208	208.1	207.6	206.5	204.8	201.8	199.1	197	194.4	191.4	189.9
	R2	205.5	204.8	203.7	202.6	200.6	198.1	195.5	193.6	189.4	186.8	180.9	179.6
	R3	212.1	211.5	210.7	208.9	206.7	203.8	200.7	197.8	190.2	196.9	180.1	184.8
T2	R1	170.3	169.4	167.8	165.5	162.6	160.8	157.2	155.9	152.4	149.9	148.3	147.9
	R2	175.9	174.8	173.4	171.8	169.4	167.7	165.4	163.7	161.2	159.5	157.7	155.4
	R3	178.2	177.3	176.1	175.8	174.6	173.5	172.3	170.8	168.9	166.7	165.8	159.7
T3	R1	178.8	178	176.6	175.2	174.1	172.2	171	170.5	169.4	168.4	164.3	162.2
	R2	168.9	167.9	166.6	165.7	164.6	163.6	161.4	159.9	157.4	155.3	153.4	150.8
	R3	157.3	156.9	155.2	153.8	151.3	149	147.7	145.2	143.1	141	139.8	137.8
T4	R1	154.9	153.7	152.1	151.2	150.8	149.8	148.3	146.2	144.6	141.2	139	135.7
	R2	152.2	151.5	149.5	147.4	145.4	143.8	141.1	139.4	137.3	135.5	133.8	131.1
	R3	159.7	158.7	157.5	156.6	154.4	152.4	150.7	148.8	146.1	144.6	142.5	139.9
T5	R1	198.7	197.9	196.4	195.5	194.6	192.8	190.4	198.7	186.7	184.8	181.5	178.1
	R2	186.3	185.5	184.2	183.8	181.7	179.5	177.7	175.2	173.5	170.3	167.8	164.2
	R3	184.9	183.4	182.3	180.4	178.5	176.5	174.4	172.3	169.5	166.1	163.7	160.1
T6	R1	188.1	187.7	186.6	184.7	182.8	180.4	178.7	176.3	174.8	172.7	170.5	168.6
	R2	170.3	169.9	168.8	167.8	165.7	163.3	161.6	159.5	157.4	155.2	153.5	150.1
	R3	171	170.5	169.6	167.5	165.2	163.5	161.8	159.2	156.4	153.4	151.1	148.7
T7	R1	198.8	197.3	196.3	194.8	192.4	190.1	188.6	186.5	184.6	182.3	180.6	178.1
	R2	194.4	193.3	191.8	189.4	187.4	185.9	183.5	180.3	177.5	175.3	172.8	169.9
	R3	180.3	179.2	178.5	176.5	174.8	172.3	170.2	168.9	166.2	164.9	162.3	160.8
T8	R1	180.6	179.1	178.9	177.9	175.4	173.8	171.9	169.4	167.4	165.7	163.1	160
	R2	186.4	185.8	184.2	182.4	180.5	178.4	176.4	174.2	172.2	169.1	166.9	163.2
	R3	184.8	183.5	182.8	180.2	178.4	176.7	174.6	172.9	170.5	168.1	166.5	164.9
T9	R1	230.5	230	229.8	229.6	228.4	227.3	225.1	223.3	220.1	217	215.3	212.1
	R2	220.8	220.7	220.6	220.2	219.6	218.9	217.4	216.7	214.3	213.3	210.6	206.3
	R3	232.8	232.6	232.3	231.5	230.8	228.5	226.9	224.6	222.5	219.3	217.1	215.8

**b. Datos de densidad de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.**

tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Rept. 1	0.866	0.962	0.933	0.965	0.950	0.956	0.840	0.765	0.637
Rept. 2	0.843	0.973	0.942	0.972	0.932	0.983	0.863	0.752	0.642
Rept. 3	0.843	0.943	0.983	0.986	0.987	0.932	0.862	0.723	0.633

c. Datos de viscosidad de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
rept. 1	141.8	187.4	121.7	144	129.2	139.2	205.8	127.1	240.4
rept. 2	133.9	160.1	164.9	634.2	158.3	136.4	422.9	487.6	227.8
rept. 3	187.8	150.6	176.8	168.2	165.8	163.2	303.3	258.2	287.3

d. Datos obtenidos para la variable pérdida de peso.

	Recubrimiento Comestible Elaborado			recubrimiento comercial		
1ra S	230.2	220.9	232.8	235.4	229	207.6
	228.3	217.3	230.8	234.8	227.5	206.6
	227	219.4	228.8	233.7	226.9	205.1
2da S	224.7	210.6	226.1	231.9	224.5	200.6
	223.4	210.1	224.8	230.8	223.3	200.1
	222.7	209.8	224	230.4	222.7	199.6
3ra S	220.2	209.2	221.7	228.7	221	198.6
	216.9	208.9	218.6	226.3	218.3	198.1
	217.9	208.3	217.8	224.7	216.4	197.4
4ta S	211.4	207.9	216.5	223.8	215.4	196.8
	211.1	206.4	216.1	223.2	214.8	195.4
	210.9	206	215.8	222.1	214.7	194.9

e. Datos obtenidos para la variable acidez.

	RECUBRIMIENTO COMESTIBLE ELABORADO	RECUBRIMIENTO COMERCIAL
--	------------------------------------	-------------------------

<b>Inicio</b>	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
<b>1ra S</b>	0.64	0.64	0.512	0.704	1.376	0.384
	0.768	0.832	0.288	0.8	0.864	0.352
	0.736	0.768	0.384	0.8	0.864	0.352
<b>2da S</b>	0.64	0.672	0.416	0.896	1.056	0.448
	0.992	1.024	0.32	0.544	0.768	0.416
	0.704	0.768	0.384	0.704	0.832	0.96
<b>3ra S</b>	0.896	0.384	0.416	0.768	0.8	0.384
	0.96	1.024	0.429	0.96	0.896	0.96
	0.96	1.024	0.557	0.896	0.896	0.512
<b>4ta S</b>	0.8	1.024	0.544	0.864	1.024	0.288
	0.768	0.832	0.448	1.152	1.152	1.524
	0.96	1.024	0.512	0.96	1.088	0.416

f. Datos obtenidos para el variable pH.

	RECUBRIMIENTO ELABORADO			RECUBRIMIENTO COMERCIAL		
<b>inicio</b>	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
<b>1ra S</b>	3.24	2.88	3.17	3.35	3.14	3.35
	3.23	2.92	3.27	3.19	3.05	3.46
	3.31	2.92	3.24	3.1	3.02	2.99
<b>2da S</b>	3.35	3.12	3.33	3.01	2.74	3.46
	2.94	3.14	3.38	3.13	2.65	3.17
	3.08	3.22	3.17	3.14	3.1	2.53
<b>3ra S</b>	3.87	2.71	3.52	3.12	3.2	3.29
	3.34	3.06	3.23	2.84	2.87	2.76
	2.96	3.87	3.76	3.11	2.97	3.87
<b>4ta S</b>	2.96	3.3	3.76	3.12	3.23	3.45
	3.34	3.54	3.65	3.12	3.16	3.48
	3.23	3.24	3.44	3.14	3.12	3.16

**g. Datos obtenidos para el variable solidos solubles (°brix).**

	RECUBRIMIENTO COMESTIBLE ELABORADO			RECUBRIMIENTO COMERCIAL		
<b>inicio</b>	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
<b>1ra S</b>	10.4	11.6	10.4	8.3	10.7	10.5
	8.3	9.1	11.2	9.3	10	9.7
	9.5	10.5	11.8	11.2	11.2	12.9
<b>2da S</b>	9.6	11.1	11.9	12	9.6	10.6
	9.7	11.4	12	11	10.5	10.2
	9.3	9.8	11.7	9.8	10.3	10.7
<b>3ra S</b>	9.1	8.3	13.3	8.8	12.9	11.7
	9.8	10.1	13.8	9.8	12.3	10.3
	13.3	10.6	14.6	9.9	11.2	12.4
<b>4ta S</b>	9.7	11.9	12.1	10.5	12.6	9.9
	11	12.4	11.6	9.2	10.9	11.8
	10.5	11.6	12.5	13.8	10.4	15.3

**h. Datos obtenidos para el variable de color: Chroma (C\*) y ángulo de tonalidad (Hue)**

	RC						RCE					
	a*	b*	a*	b*	a*	b*	a*	b*	a*	b*	a*	b*
<b>1ra S</b>	-4.6	42.5	-3.6	46.3	2.6	51.3	-6.20	48.80	4.20	47.50	-4.10	54.40
	-4.6	47.3	-3.4	55.5	1.9	44.6	-6.10	41.20	3.70	42.90	-3.90	54.40
	-4.6	45.5	-3.4	47.2	1.8	49.6	-5.70	40.50	3.60	47.80	-3.60	54.90
<b>2da S</b>	-4.5	46.4	-3.2	49.5	1.8	49.6	-5.50	44.60	3.50	51.80	-3.20	51.20
	-4.5	48.5	-2.9	51.4	1.6	47.7	-5.40	48.00	3.30	40.20	-2.70	46.10
	-4.1	52.3	-2.8	56.6	1.4	46.2	-5.30	48.90	3.10	46.50	-2.40	48.90
<b>3ra S</b>	-3.5	55.4	-2	53.1	1	45.6	-5.30	47.60	3.00	50.50	-1.60	50.40
	-3.3	55.9	-1.9	51.3	1	47.5	-5.20	46.50	3.00	49.80	-1.50	52.30
	-3.1	52.8	-1.5	55.3	0.1	44.6	-4.00	43.60	3.00	50.40	-1.40	61.60
<b>4ta S</b>	-3	48.4	-1.2	53.2	0.1	55.9	-3.50	42.90	2.70	53.10	-1.40	60.40

**i. Datos de luminancia, Angulo de tonalidad (Hue) y Chroma (C\*)**

Recubrimiento comestible elaborado		Recubrimiento comercial	
Hue*	Cr*	Hue*	Cr*
237.3	50.5	85.5	49.2
240.5	46.4	86.2	49.3
241.7	48.0	86.0	47.6
240.7	49.4	86.2	48.6
240.6	44.9	86.5	49.3
241.8	48.2	87.0	51.9
245.4	49.6	87.7	51.4
246.3	49.7	87.8	51.6
248.4	52.0	88.3	50.9
248.4	52.2	88.4	52.5

**ANEXO 6**

## DATOS ESTADÍSTICOS

**Cuadro 1: Análisis de Varianza para DENSIDAD**

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-calculado	F-tabulado	Signif
a: glicerina (%)	10386.4	2	5193.21	14.13	0.0002	*
b: lecitina (%)	236994.	2	118497.	322.44	0.0000	**
Interacciones						
Ab	83439.6	4	20859.9	56.76	0.0000	**
Residuos	6615.01	18	367.501			
total (corregido)	337435.	26				

**Cuadro 1.1.: Prueba de comparación de medias para glicerina**Prueba de tukey:  $\alpha = 0.05$ 

GLICERINA %	Casos	Media LS	Grupos Homogéneos
6	9	849.467	a
4	9	887.922	b
2	9	893.633	b

**Cuadro 1.2: Prueba de comparación de medias para lecitina de soya**Prueba de tukey:  $\alpha = 0.05$ 

LECITINA %	Casos	Media LS	Grupos Homogéneos
3	9	746.722	a
1	9	921.278	b
2	9	963.022	c

**Cuadro 2: Análisis de Varianza para VISCOSIDAD**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-calculado	F-tabulado	signif
a: glicerina (%)	28288.7	2	14144.4	1.02	0.3813	n.s.
b: lecitina (%)	73379.8	2	36689.9	2.64	0.0988	n.s.
Interacciones						
Ab	33027.4	4	8256.84	0.59	0.6714	n.s.
Residuos	250171.0	18	13898.4			
total (corregido)	384867.0	26				

**Cuadro 3: Análisis de Varianza para PERDIDA DE PESO de los 9 tratamientos**

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-calculado	F-tabulado	Signif
a:días	14337.2	11	1303.38	22.21	0.0000	*
b:tratamientos	143033.	8	17879.2	304.69	0.0000	**
Interacciones						
Ab	353.252	88	4.01422	0.07	1.0000	n.s.
Residuos	12674.9	216	58.6799			
total (corregido)	170399.	323				

**Cuadro 3.1.: Prueba de comparación de medias para tratamientos**Prueba de tukey:  $\alpha = 0.05$ 

Tratamientos	Casos	Media LS	Grupos Homogéneos	% pérdida de peso
T4	36	146.872	A	12.89
T3	36	160.369	B	11.17
T2	36	165.656	Bc	11.73
T6	36	167.581	C	11.76
T8	36	174.633	D	11.56
T5	36	181.053	E	11.88
T7	36	181.3	E	11.28
T1	36	198.978	f	10.58
T9	36	222.294	g	7.28

**Cuadro 4: Análisis de Varianza para la influencia de recubrimiento en la PERDIDA DE PESO (RCE (9T) y RC)**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-calculado	F-tabulado	Signif
a:semanas	2344.29	11	213.118	1.20	0.3101	n.s.
	147.633	1	147.633	0.83	0.3656	n.s.
b:recubrimientos						
interacciones						
Ab	57.3582	11	5.21438	0.03	1.0000	n.s.
residuos	8495.29	48	176.985			
total (corregido)	11044.6	71				

**Cuadro 5: Análisis de Varianza para la influencia de recubrimiento en la ACIDEZ**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-calculado	P-tabulado	Signif
a:semanas	0.881082	11	0.0800983	1.06	0.4142	n.s.
b:Recubrimiento	0.187476	1	0.187476	2.47	0.1223	n.s.
interacciones						
Ab	0.556987	11	0.0506352	0.67	0.7606	n.s.
residuos	3.6362	48	0.0757543			
total (corregido)	5.26175	71				

**Cuadro 6: Análisis de Varianza para la influencia de recubrimiento en el pH**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-calculado	F-tabulado	Signif
a:semanas	1.13857	11	0.103506	1.45	0.1823	n.s.
b:Recubrimientos	0.36125	1	0.36125	5.06	0.0291	*
interacciones						
Ab	0.386317	11	0.0351197	0.49	0.8990	n.s.
residuos	3.42627	48	0.0713806			
total (corregido)	5.3124	71				

**Cuadro 6.1.: Prueba de comparación de medias para pH**

**Prueba de Tukey:  $\alpha = 0.05$**

BLOQUE	Casos	Media LS	Grupos Homogéneos
RC	36	3.1275	A
RCE	36	3.26917	B

**Cuadro 7: Análisis de Varianza para la influencia del recubriendo para el °BRIX**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-calculado	F-tabulado	Signif
a:semanas	35.9682	11	3.26984	1.55	0.1442	n.s.
b:recubrimientos	0.15125	1	0.15125	0.07	0.7899	n.s.
interacciones						
Ab	15.0204	11	1.36549	0.65	0.7783	n.s.
residuos	101.093	48	2.10611			
total (corregido)	152.233	71				

**Cuadro 8: Análisis de Varianza para Hue\* (color)**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-calculado	F-tabulado	Signif
a: semanas	369.916	9	41.1018	0.00	1.0000	n.s.
b: recubrimientos	890738.	1	890738.	8.44	0.0060	*
interacciones						
Ab	148.707	9	16.523	0.00	1.0000	n.s.
residuos	4.22237E6	40	105559.			
total (corregido)	5.11363E6	59				

**Cuadro 8.1.: Prueba de comparación de medias para Hue\***

**Prueba de Tukey:  $\alpha = 0.05$**

BLOQUE	Casos	Media LS	Grupos Homogéneos
RC	36	86.9457	A
RCE	30	330.631	B

**Cuadro 9: Análisis de Varianza para Chroma (color)**

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	F-calculado	F-tabulado	Signif
a: semanas	157.869	9	17.541	0.65	0.7476	n.s.
b: recubrimientos	19.5396	1	19.5396	0.72	0.3998	n.s.
interacciones						
Ab	56.9942	9	6.33269	0.23	0.9872	n.s.
residuos	1079.23	40	26.9809			
total (corregido)	1313.64	59				

**ANEXO 7**  
**FOTOGRAFÍAS**



**Fotografía 01.** Naranjas seleccionadas



**Fotografía 02.** Pencas de sábila



**Fotografía 03.** Gel de aloe vera



**Fotografía 04.** Recubrimiento  
comestible elaborado



**Fotografía 05.** Método de inmersión



**Fotografía 05.** Secado de naranjas con recubrimiento a temperatura ambiente



**Fotografía 06.** Almacenamiento a 5°C



**Fotografía 07.** Determinación de viscosidad



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
LABORATORIO DE TAXONOMÍA VEGETAL



### CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO DE TAXONOMIA VEGETAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DE LA U. N. A. PUNO, HACE CONSTAR QUE EL ESPECIMEN BOTANICO PUESTO A LA VISTA PERTENECE A LA ESPECIE *Citrus sinensis* (L.) que según el Sistema de Clasificación Fitogenético de Adolph Engler posee la siguiente Posición Taxonómica.

REINO Plantae  
DIVISION Troqueofitas  
SUB DIVISION Angiospermas  
CLASE Dicotilédneas  
SUB CLASE Arquicladadas  
ORDEN Germiales  
FAMILIA Rutaceae  
TRIBU Citreae  
GENERO Citrus  
SUB GENERO *Excitrus*  
ESPECIE *Citrus sinensis* (L.)

Se hace constar que los frutos puestos a la vista pertenecen a la siguiente variedad naranja Valencia

SE EXPIDE LA PRESENTE CONSTANCIA A PETICIÓN ESCRITA DE LA INTERESADA Srta. Bach. MADELEINE CONDORI HANCCO PARA LOS FINES QUE VIERE POR CONVENIENTE.



PUNO, C. U. 05 de enero del 2016

MARIO ANGEL SOLANO LARIC  
INGENIERO AGRÓNOMO  
19. Colegio de Ingeneros N° 16134



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA  
LABORATORIO DE TAXONOMÍA VEGETAL



### CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO DE TAXONOMIA VEGETAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DE LA U. N. A. PUNO, HACE CONSTAR QUE EL ESPECIMEN BOTANICO PUESTO A LA VISTA PERTENECE A LA ESPECIE *Aloe vera* "Sabila" o "*Aloe*" que según el Sistema de Clasificación Fitogenético de Adolph Engler posee la siguiente Posición Taxonómica.

REINO Vegetal

SUB REINO Phanerogamae

DIVISION Angiospermae

CLASE Monocotyledoneae

ORDEN Liliales

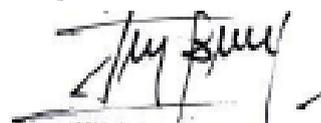
FAMILIA Liliaceae

GENERO *Aloe*

ESPECIE *Aloe barbadensis* Mill o *Aloe vera* (L.) Web

SE EXPIDE LA PRESENTE CONSTANCIA A PETICION ESCRITA DE LA INTERESADA Sra. Bach. MADELEINE CONDORI HANCCO PARA LOS FINES QUE VIERE POR CONVENIENTE.

PUNO, C. U. 05 de enero del 2016

C:\Users\Satellite\Desktop\20170106-WA0000.jpg

# Seal Brite™ Lustre Dry DS

## POST-COSECHA

### Recubrimiento Protector para Cítricos / Alto Brillo - Doble Concentración

**SealBrite Lustre Dry DS** es una emulsión concentrada de ésteres de colofonia de madera que también contiene ácidos grasos vegetales, hidróxido de amonio, proteínas vegetales, polietilenglicol, etanol y antiespumante silicónico 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:

- Excepcional nivel de brillo, que intensifica el color de la fruta
- Excelente control de deshidratación, especial para comercialización de fruta sin cámaras de frío
- Especialmente indicada para el tratamiento de frutos de mercado local, donde se requiere obtener el máximo brillo en un almacenamiento menos prolongado

**APROBACIONES**

**Seal Brite Lustre Dry DS** ha sido confeccionada en conformidad con todas las regulaciones aplicables y publicadas por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos (U.S. Food and Drug Administration) y que todos sus ingredientes son apropiados para uso como aditivos alimentarios de acuerdo a las reglas del Título 21 del Código Federal de Regulaciones de Estados Unidos (U.S. Code of Federal Regulations) incluyendo 21 CFR 101.82, 172.210, 184.1139, 184.1293 y 173.340.

**Seal Brite Lustre Dry DS** está autorizada en la Unión Europea de acuerdo a la corrección de 1995 de las Regulaciones Misceláneas de Aditivos Alimentarios (Miscellaneous Food Additives Regulations) 3572/EC. Estos aditivos alimentarios están incluidos en la Directiva en el índice E, números E440, E1521, E527, E900, E470 y E440.

Todos los ingredientes en **Seal Brite Lustre Dry DS** están identificados como ingredientes alimentarios de consumo común, aditivos alimentarios permitidos o ayudantes de proceso bajo el actual estándar del Codex Alimentarius.

**Seal Brite Lustre Dry DS** no contiene polietileno, ceras microcristalinas, parafina o alguna otra cera sintética, y no ha sido formulada con SOPP (Orto-Fenilfenolato de Sodio) o cualquier otro fungicida. No contiene Mordantina, N-Dimetilamino, N-Dietilamino, N-Dietilammina, Aminometilpropanol, Metoxipropilamina, Monoetanolamina, Dietanolamina, Trietanolamina y ninguna otra amina. Tampoco contiene ingredientes como, gluten o ningún otro alérgico conocido.

**PRECAUCIONES, INDICACIÓN DE VENENO Y ANTIDOTOS CUIDADO: NO DEJAR AL ALCANCE DE LOS NIÑOS**

**PRIMEROS AUXILIOS:** En caso de entrar en contacto con los ojos o piel, enjuagar la piel o los ojos con abundante agua de la llave durante quince (15) minutos. Llamar al médico si la irritación persiste.

**PRECAUCIONES DE EMPLEO Y DESTRUCCIÓN DE ENVASES**

Evitar la ingestión, inhalación y el contacto con la piel y los ojos. No comer, beber o fumar, durante la manipulación, preparación y aplicación del producto. Usar guantes, botas, careta, antiparras y ropa pulverizador con la boca. Luego de la aplicación lavar con abundante agua y jabón las partes del equipo que hayan estado expuestas al producto. Lavar el equipo protector luego de cada aplicación, restos de producto o el lavador del equipo de aplicación. No contaminar fuentes de agua con el producto. Eliminar los envases según las regulaciones de su país en que se usa.

**NO ALMACENE CON ALIMENTOS, UTENSILIOS DOMESTICOS Y VESTIMENTAS.**

**ALMACENAR EL PRODUCTO EN SU ENVASE SELLADO, EVITAR TEMPERATURA SOBRE LOS 40°C Y EL CONGELAMIENTO DEL PRODUCTO.**

Principio Activo	
Resinas Naturales	34% p/p
(Grado Alimenticio)	

**INSTRUCCIONES DE USO**

- **Lavado de Fruta:** Lavar la fruta con detergente neutro como Shield Brite DF - 2000, aplicado en el poro o línea. (Sección lavado)
- **Enjuague de Fruta:** Utilizar duchas o rociadores con abundante agua que permitan eliminar la espuma y suciedad removida desde los frutos.
- **Pre-Secado de fruta:** Debe eliminarse el máximo posible de agua, pues ésta diluye la cera, reduce el poder de humectación y nivelación del film, su adherencia y el auto-brillo. Es recomendable usar ventiladores de aire forzado frío sobre un lecho de rodillos sintéticos o cortiagotas.
- **Aplicación de recubrimiento:** Diluir **Seal Brite Lustre Dry DS** mezclando una parte de producto concentrado con una parte de agua desionizada. El sistema de dosificación del producto, más el película sobre el fruto asegurando un gasto de 1,000 - 1,500 Kg. de fruta por litro de producto diluido.
- **Secado final del recubrimiento:** Debe realizarse de preferencia en un túnel con temperatura y aire forzado en consecuencia. La temperatura del túnel debe mantenerse en el rango de 40-55°C asegurando un tiempo de residencia de la fruta en su interior de 90 - 120 segundos.

Limpiar cuidadosamente con agua o detergente levemente alcalino (WAX STRIP) los rodillos aplicadores del sistema de bombo / atomización / rotor corta gota, después de terminar el proceso de encañado de frutas.

**Compatibilidad:** Seal Brite Lustre Dry DS es compatible con los fungicidas distribuidos por Pace International LLC, para mezclas con otros productos consultar a nuestro departamento técnico.

**PACE INTERNATIONAL LLC** no se responsabiliza por los resultados que se obtengan a causa del uso incorrecto de este producto.

**Duración del producto en envase sellado: 2 años desde fecha elaboración.**

**CONTENIDO NETO: 200 LTS.**

Fabricado por Química Italquim Ltda., Camino Lo Ruiz #5200, Renca, Santiago para Pace International LLC, Ltda.

La fabricación y uso de la marca registrada PACE INTERNATIONAL se realiza bajo la licencia de PACE INTERNATIONAL LLC, Seattle, Washington, USA.

Prohibido su uso para fines distintos a los especificados en la etiqueta.

Importador y Distribuidor en Perú INTERAMSA AGROINDUSTRIAL SAC Fono (511)2719909 Fax (511) 2711630