

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA  
ARGUEDAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**



Presentado por  
**Bach. EVER HUACHUHILLCA MAÑUICO**

**INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE  
COBERTURAS BIODEGRADABLES EN LA  
PÉRDIDA DE PESO E ÍNDICE DE MADUREZ DE  
LA NARANJA CRIOLLA (*Citrus cinensis*)**

Asesor:

**Ing. MSc. THOMAS ANCCO VIZCARRA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ**

**2018**



## APROBACIÓN DEL ASESOR

Lo que suscribe:

**Mc. Thomas Ancco Vizcarra**, por la presente docente hace constar:

### **CERTIFICA,**

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, **EVER HUACHUHUILCA MAÑUICO** ha culminado satisfactoriamente el Informe Final de Tesis intitulado:

**“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE COBERTURAS BIODEGRADABLES EN LA PÉRDIDA DE PESO E ÍNDICE DE MADUREZ DE LA NARANJA CRIOLLA (*Citrus cinensis*)”**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 21 de diciembre del 2018.



.....  
**M.Sc. Thomas Ancco Vizcarra**  
**Asesor**



.....  
**Bach. Ever Huachuhuilca Mañuico**  
**Tesista**



## FACULTAD DE INGENIERIA

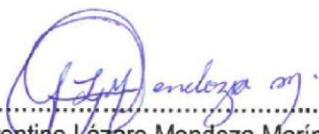
### ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la Av. 28 de julio N° 1103 del Local Académico SL02 (Santa Rosa) en el Salón de Grados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de Talavera de la Reyna de la Provincia de Andahuaylas, siendo las 15:00 horas del día 05 de noviembre del año 2018, se reunieron los docentes: Dr. Florentino Lázaro Mendoza Marín, Ing. Fredy Taipe Pardo, Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE COBERTURAS BIODEGRADABLES EN LA PÉRDIDA DE PESO E ÍNDICE DE MADUREZ DE NARANJA CRIOLLA (*CITRUS SINESIS*)", cuyo autor es el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **EVER HUACHUHULLCA MAÑUICO**, el asesor MSc. Thomas Ancco Vizcarra, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador **ACORDÓ**: APROBAR por UNANIMIDAD al Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **EVER HUACHUHULLCA MAÑUICO**, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
14	CATORCE	BUENO

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

  
.....  
Dr. Florentino Lázaro Mendoza Marín  
Presidente del Jurado Evaluador

  
.....  
Ing. Fredy Taipe Pardo  
Primer Miembro del Jurado Evaluador

  
.....  
Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez  
Segundo Miembro del Jurado Evaluador



## APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE COBERTURAS BIODEGRADABLES EN LA PÉRDIDA DE PESO E ÍNDICE DE MADUREZ DE LA NARANJA CRIOLLA (*Citrus cinensis*)**; para optar el Título Profesional de ingeniero agroindustrial, ha sido evaluada por el Jurado Dictaminador conformado por:

**PRESIDENTE:** PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín

**PRIMER MIEMBRO:** Ing. Fredy Taipe Pardo

**SEGUNDO MIEMBRO:** Ing. Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez

Habiendo sido aprobado por UNANIMIDAD, en la ciudad de Andahuaylas el día 05 del mes de noviembre de 2018

Andahuaylas, 09 de enero de 2019.

PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín  
PRESIDENTE DEL JURADO DICTAMINADOR

Ing. Fredy Taipe Pardo  
PRIMER MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR

Ing. Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez  
SEGUNDO MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR

## **Dedicatorias**

A Dios, quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar a seguir adelante, sin perder nunca la dignidad y moral en el intento.

A mis queridos padres Alejandro y María Concepción, por su apoyo incondicional, brindar sus consejos, motivación en los momentos difíciles, para superarme en la vida y seguir adelante con empeño, perseverancia, coraje y honestidad para conseguir mis objetivos.

**Ever Huachuillca Mañuico**

## **Agradecimiento**

A la Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial que me acogió en sus aulas y me dio la oportunidad de formarme un profesional, forjando para ser competitivo y motivándola día a día para seguir desarrollando como persona y profesional.

A mi asesor Ing. MSc. Thomas Ancco Vizcarra por su valioso apoyo y sugerencias brindadas en todo momento, durante la redacción del informe.

A los miembros del jurado calificador. PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín, Ing. Fredy Taipe Pardo e Ing. MSc. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, por sus valiosos comentarios y correcciones para culminar del presente informe.

A todos mis amigos y compañeros, en especial a Yudy, Yenir y Jonatán su apoyo moral y motivación, durante el transcurso de esta investigación.

## Índice general

Aprobación del asesor .....	ii
Copia del acta de sustentación .....	iii
Aprobación de jurado evaluador .....	iv
Dedicatorias .....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice general.....	iii
Índice de tablas .....	v
Índice de anexos .....	vii
Abreviaturas .....	viii
Símbolos y Unidades.....	ix
Resumen.....	x
Abstract .....	xi
Chumasqa .....	xii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. Antecedentes de la investigación .....	3
2.2. Bases teóricas.....	5
2.2.1. Naranja .....	5
2.2.2. Taxonomía de la naranja de criolla .....	6
2.2.3. Botánica.....	7
2.2.4. Origen y distribución geográfica de la naranja.....	7
2.2.5. Variedades.....	8
2.2.5.1. Naranjas navel .....	8
2.2.5.2. Naranjas blancas .....	8
2.2.5.3. Naranjas criollas .....	9
2.2.6. Composición química de la naranja criolla .....	9
2.2.7. Características de naranja criolla .....	9
2.2.8. Postcosecha .....	10
2.2.9. Índice de calidad de la naranja criolla .....	12
2.2.10. Parámetros de la naranja criolla.....	12
2.2.10.1. Parámetros externos (físicos).....	13
2.2.10.2. Parámetros internos (químicos).....	13
2.2.11. Almacenamiento de las naranjas criolla .....	14
2.2.12. Daños de la naranja criolla.....	14
2.2.13. Coberturas biodegradables .....	14

2.2.14. Materiales para la elaboración de las coberturas biodegradables .....	15
2.2.15. Aplicación y formación de las coberturas biodegradables .....	17
2.2.16. Uso de las coberturas biodegradables .....	17
2.2.17. Plastificantes.....	18
2.2.18. Almidón.....	19
2.3. Marco conceptual .....	21
CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
3.1. Lugar de ejecución .....	24
3.2. Materiales, instrumentos y equipos.....	24
3.3. Población y muestra .....	25
3.3.1. Población .....	25
3.3.2. Muestra.....	25
3.4. Métodos de análisis.....	25
3.5. Metodología experimental .....	26
3.6. Diseño experimental y análisis estadístico.....	28
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1. Pérdida de peso de las naranjas .....	31
4.2. Índice de madurez .....	34
CONCLUSIONES .....	38
RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXO.....	47

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Composición química de la naranja criolla.....	9
<b>Tabla 2.</b> Análisis de peso, °Brix y acidez de fruto de naranja "Criolla". ....	10
<b>Tabla 3.</b> Porcentaje de amilosa y amilopectina de almidones de diferente origen. ....	19
<b>Tabla 4.</b> Equipos e instrumentos. ....	24
<b>Tabla 5.</b> Recursos no disponibles.....	24
<b>Tabla 6.</b> Materiales de la investigación.....	25
<b>Tabla 7.</b> Matriz de diseño experimental.....	29
<b>Tabla 8.</b> Datos obtenidos del promedio de la pérdida de peso .....	31
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza (ANOVA) de pérdida de peso.....	32
<b>Tabla 10.</b> Prueba de rango múltiple de LSD para la pérdida de peso.....	33
<b>Tabla 11.</b> Relación de sólidos solubles (°Brix)/acidez titulable .....	34
<b>Tabla 12.</b> Análisis de Varianza (AOVA) para índice de madurez. ....	35
<b>Tabla 13.</b> Pruebas de Rangos Múltiple de LSD para Índice de madurez. .	36

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Estructura de la Amilosa .....	20
<b>Figura 2.</b> Estructura de la Amilopectina.....	21
<b>Figura 3.</b> Diagrama de bloque de la aplicación de cobertura biodegradable. .....	27

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Datos de pérdida de peso recubierto con coberturas de almidón de papa y maíz.....	48
<b>Anexo 2.</b> Datos del índice de madurez con coberturas de almidón de papa y maíz.....	49
<b>Anexo 3.</b> Imágenes.....	50
<b>Anexo 4.</b> Matriz de consistencia.....	52

## Abreviaturas

<b>AE</b>	: Acido Esteárico.
<b>ANOVA</b>	: Análisis de Varianza.
<b>BW</b>	: Cera de Abeja.
<b>CR</b>	: Carragenina.
<b>DBCA</b>	: Diseño de bloques Completamente al Azar.
<b>HR</b>	: Humedad Relativa.
<b>MADR</b>	: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
<b>NTC</b>	: Norma Técnica Colombiana.
<b>RC</b>	: Recubrimiento Comestible.
<b>PC</b>	: Película Comestible.
<b>SB</b>	: Saborizante de Piña.
<b>S/M</b>	: Sin Marca.
<b>SS</b>	: solidos solubles.
<b>TR</b>	: Tasa de Transpiración.
<b>PET</b>	: Polietileno Tereftalato.
<b>pH</b>	: Potencial de Hidrógeno.
<b>msnm</b>	: Metros Sobre el Nivel del Mar.

## Símbolos y Unidades

<b>CO<sub>2</sub></b>	: Dióxido de Carbono.
<b>H<sub>0</sub></b>	: Hipótesis Nula.
<b>H<sub>A</sub></b>	: Hipótesis Alternativa.
<b>mg</b>	: Miligramos.
<b>ml</b>	: Mililitros.
<b>NaOH</b>	: Hidróxido de Sodio.
<b>g</b>	: Gramos.
<b>ppm</b>	: Partes Por Millón.
<b>μ m</b>	: Microgramo.
<b>O<sub>2</sub></b>	: Oxígeno.
<b>°Brix</b>	: Grados Brix.
<b>°C</b>	: Grados Celsius.

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo “evaluar la influencia de la aplicación de coberturas biodegradables en la pérdida de peso e índice de madurez de naranja criolla (*Citrus cinensis*)”, las naranjas fueron recolectadas en estado madurez de la comunidad de San Pedro de Umaca, distrito de Huaccana, provincia de Chincheros. Las cubiertas se elaboraron de acuerdo a la metodología (Embuscado y Huber 2009), usando distintos porcentajes de almidón de papa y almidón de maíz; 10 % de glicerina y sorbitol como plastificante; las naranjas recubiertas fueron almacenadas por 20 días a temperatura ambiente, se utilizó el método de inmersión. La determinación de pérdida de peso de la naranja criolla recubierta se realizó de acuerdo a gravimetría. En cuanto al índice de madurez se determinó siguiendo la metodología (Fisher, *et al.*, 1999).

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) y los resultados obtenidos por triplicados, fueron tabulados y evaluados a través del análisis de varianza (ANOVA), empleando diferencias mínimas significativas de LSD como método de comparación múltiple con un nivel de confianza del 95% y significancia de 0.05, para ello se utilizó el paquete estadístico de Statgraphics centurión XVI.I y Excel 2013.

Los resultados obtenidos de la naranja criolla recubierta con almidón de papa al (10, 20 y 30) %, después de 20 días al ser evaluadas la pérdida de peso se obtuvo (15.10, 10.96 y 13.97) % de su peso inicial; el índice de madurez presentó (4.81, 6.74 y 6.56) % respectivamente. Con almidón de maíz (10, 20 y 30) % la pérdida de peso es (14.80, 13.70 y 13.97) % de su peso inicial; el índice de madurez presentó (6.90, 5.09, 5.66 y 4.55) % respectivamente. Concluyendo que el tratamiento con 20 % de almidón de papa y 20 % de almidón de maíz conservan la pérdida de peso en naranja a temperatura ambiente, en cuanto a su índice de madurez retiene las reacciones enzimáticas el almidón de maíz manteniendo su textura.

**Palabras claves:** *Naranja criolla, Cobertura Biodegradable, Almidón, Papa y Maíz.*

## Abstract

The present research work aims to "evaluated the influence of the application of biodegradable covers in the loss of weight and index of maturity of criolla orange (*Citrus cinensis*)", the oranges were collected in state maturity of the community of San Pedro de Umaca, district of Huaccana, province of Chincheros. The coverings were elaborated according to the methodology (Embuscado and Huber 2009), using different percentage of potato starch and corn starch; 10% of glycerin and sorbitol as a plasticizer; the immersion method was used, the coated oranges were stored for 20 days at invaroment temperature. The determination of weight loss of the coated Cuban orange was carried out according to gravimetry. As soon as the maturity index was checked by calculating the relationship between ° Brix and titratable acidity.

The Design of Completely Random Blocks used (DBCA) and the results obtained, were tabulated and evaluated by means of the analysis of variance (ANOVA), using significant LSD as a multiple comparision method, having a confidence level of 95% and significane of 0.05, for this the statistical package of Statgraphics centurion XVI was used. And Excel 2013.

The results obtained from the creole orange coated with potato starch at (10, 20 and 30) %, after a few days when the weight loss was evaluated was obtained (15.10, 10.96 and 13.97) % of its initial weight; the maturity index presented (4.81, 6.74 and 6.56) % respectively. As for corn starch (10, 20 and 30) % the loss of its weight is (14.80, 13.70, 13.97) % of its initial weight; the maturity index shows (6.90, 5.09, 5.66 and 4.55) % respectively. Concluding that the treatment with 20% of potato starch and 20% of corn starch conserve the loss of weight in orange at room temperature, as far as its maturity index retains the enzymatic reactions the corn starch maintaining its texture.

**Keywords:** *Criolla Orange, Biodegradable Coverage, Starch, Potato and Corn.*

## Chumasqa

Kay llamkay qillqaqa puririchkan “naranja criollapa (*Citrus cinensis*) llasaynin ususqanmanta qinallataq puqurisqantawan”, kay puqusqa naranja criollaqa pallarikamurqa, Qispillaqta Huaccana, Qinti chincheros San Pedro de Umaca Ilaqta ayllumanta. Kay qatapakuqta ruwarirqaku qawasqankuman qina (Embuscado y Huber 2009) qawarisqanman qina, sapakamapa asasmanta rakiska papapa, sarapa pipuchiqliwan, 10 % glicerina y sorbitol chutarichiqliwan; rurasqa método chapukuqliwan, kay naranja criollaqa qatapasqa aychakun iskay chunka punchawmi allin waqaychasqa kan. Kay naranja criolla qataparishqaqa qawarirurqa gravimetrillawan. Hinallataq puquynimanta qawarirurqa kay metodologiawan (Fisher, *et al.*, 1999).

Rurarirurqa churapakuq quñuswan llapallan akllasqawan (DBCA) chaynallataq ayparikun chaninchasqanman, hinallataq chumaparinqa qawaparirqa huk kaqkunata (ANOVA), chaynallataq qawarirurqa pisilla yullaymanayta LSD, imaymana tupanachinapaq, chay 95 % riqsisqa kasqanta, inallataq chay 0.05 chiqirisqankunata kay Statgraphisc centurión XVI.I chaynallataq kay Excel 2013 kay kuna.

Kay chaninchasqa naranja criolla qatapasqa kay papapa pipuqinwan (10, 20 y 30) % iskay chumka punchawmanta qawarirqa llasaynin ususqanmanta (15.10, 10.96 y 13.97) % puntakaq llasayninmanta; chaynallataq puqusqanmanta qawarirurqa (4.81, 6.74 y 6.56) % sapankamapaq. Qinallataq sarapa pipuchikuqinmanta (10, 20 y 30) % llasaqin ususqamanta (14.80, 13.70, 13.97) % puntakaq llasaqinmanta; chaynallataq puqusqanmatawan qawarirurkun (6.90, 5.09, 5.66 y 4.55) % sapakamapa. Kay tukuypay qillqaypi 20 % papapa pipuqin hinallataq 20 % sarapa pipuqin kaqninta.

**Tiksi Rimaykuna:** naranja criolla, qatapakuq, papapa, sarapa pipuqin.

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En los últimos años, a nivel mundial, se ha experimentado un aumento en la demanda de la naranja, ya sea para el consumo en fresco o bien como producto elaborado. El Perú es uno de los países que ocupa el cuarto lugar en la producción de naranjas (4 mil toneladas por año). Sin embargo este producto llega a deteriorarse rápido causando pérdidas fisiológicas. (MADR, 2017).

Las naranjas a condiciones naturales de almacenamiento, sin ningún tipo de recubrimiento, son altamente sensible a los cambios de temperatura, después de su cosecha comienza a acelerar el proceso de respiración y transpiración por ello pierde agua. La temperatura óptima de almacenamiento contribuye a conservar la calidad de la fruta y extender su vida comercial. La fruta con madurez comercial es mucho más sensible a los daños mecánicos y físicos deben ser muy cuidadosos al momento de transportar y repartir en los mercados (Hernández, Ruiz, y Rodríguez, 2011).

El uso de coberturas biodegradables en naranjas consiste en la aplicación de una capa en la superficie del alimento con el propósito de alargar el tiempo de almacenamiento y una de las formas de mejorar la presentación de estos productos es utilizando coberturas biodegradables de almidón de papa y almidón de maíz (Maftoonazad y Ramaswamy, 2005).

Uno de los materiales poliméricos más empleado para la elaboración de coberturas biodegradables es el almidón de papa y maíz posee potencialmente ciertas propiedades en su estructura que son las requeridas para la elaboración de coberturas biodegradables, debido a que conserva la apariencia y la presentación de la fruta como color, sabor y aroma (Embuscado y Huber, 2009). Por ello se han planteado los siguientes objetivos como se muestra en la página 52:

### **Objetivo general:**

Evaluar la influencia de la aplicación de coberturas biodegradables en la pérdida de peso e índice de madurez de naranja criolla (*Citrus cinensis*).

**Objetivos específicos:**

- Determinar la influencia de la aplicación de coberturas biodegradables sobre la pérdida de peso de la naranja criolla (*Citrus cinensis*).
- Determinar la influencia de la aplicación de coberturas biodegradables sobre el índice de madurez en naranja criolla (*Citrus cinensis*).

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

Locaso, Cruañes, Velazque, Pisonero, Gerard y Terenzano (2007), evaluaron la “Conservación de naranjas con un recubrimiento formulado con terpenos obtenidos a partir de (*Pinus elliotis*)”, en condiciones controladas de almacenamiento y utilizando método de aplicación del inmersión, pulverizado manual y aplicación convencional. Los resultados logrados se puede señalar que el recubrimiento terpénico se muestra los resultados de 0.29 % acidez titulable y 11.04 de °Brix finalmente determina el índice de madurez de 6.14, en conclusión la metodología de pulverización manual sobre la naranja tendría un efecto beneficioso para la conservación pos cosecha.

Trujillo, Pérez y Durán (2011), evaluaron el “empleo de recubrimientos comestibles con base en almidón de papa y yuca en la conservación del mango cv zapote” utilizando 4 y 10 % de almidón, siguiendo los siguientes pasos desinfectaron con hipoclorito de sodio a 200 ppm, en un tiempo de 3 minutos. Utilizando el paquete SPSS versión 13. Obteniendo los resultados de sólidos solubles (°Brix) 13.3 %; acidez 0.8 % de mango, durante 15 días de almacenamiento, en conclusión los mejores tratamientos corresponde a 10 % de almidón de papa en combinación de lecitina de soja (5 %) y glicerol (20 %).

Escalante y Montalvo (2011), evaluó el “efecto del recubrimiento comestible formulado con mezcla de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y gelatina para prolongar la vida útil de la fresa (*Fragraria vesca*), siguiendo los pasos de la metodología: cosecha, recepción de la materia prima, preparación y aplicación del recubrimiento comestible, secado, pesado, embalado (envase polietileno) y almacenamiento 5 °C. Los resultados se observa, 0.45 % pérdida de peso, 5.9 °Brix y 0.68 % acidez titulable. En conclusión para el mejor tratamiento con 0.55 % de almidón de papa y 0.3 % de gelatina durante 10 día de almacenamiento.

Contreras, Pérez, Salvador, Bermejo y Rojas (2012), evaluó la “Calidad fisicoquímico de naranjas valencia (*Citrus sinensis*), recubierta con

quitosano”, el quitosano se aplicó con tres proporciones de contenido de sólidos (0.6, 1.2 y 1.8 %), obteniendo los resultados durante 5, 9 y 16 días almacenamiento, se observa de cera comercial 5.17 % y el quitosano al 0.6 % redujeron 10 % la pérdida de peso es 6.27 %. En conclusión La aplicación de los recubrimientos no afectó la calidad nutricional de los frutos y los flavonoides aumentaron durante el almacenamiento.

Achipiz, Castillo, Mosquera, Hoyos y Navia (2013), estudiaron el “efecto de recubrimiento base de almidón sobre la maduración de la guayaba (*Psidium guajava*)”, utilizando la metodología por inmersión de los frutos para el recubrimiento durante 30 segundos y secado durante 5 minutos a 35 °C. Las guayabas fueron almacenadas en condiciones de la ciudad de Popayán, Colombia (1737 msnm), en bandejas de acero inoxidable. Los recubrimientos se utilizaron 2, 3 y 4 % de almidón. Los resultados se observó el incremento 35.08 %, 32.71 % y 22.21 % de pérdida de peso, con disminución 0.67 %, 0.69% y 0.73 % acidez de titulable, se observó el incremento de 0.83, 0.56 y 0.50 °Brix. Respectivamente, se analizó a los 10 días de almacenamiento.

López (2015), evaluó el “Efecto de la concentración de aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum blume*) en la cobertura comestible y el tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas en ciruelas (*Spondias purpurea*)”, utilizando porcentaje de aceite esencial 0.1 % y 0.2, incorporados con cobertura comestible elaborada a base de almidón de maíz, teniendo en cuenta los siguientes pasos: selección, lavada, oreada, inmersa en cobertura comestible, siendo almacenados un periodo de 12 días. Los resultados fueron obtenidos: 13.66 % de pérdida de peso, 12.3 % °Brix de sólidos solubles y 0.8 de acidez titulable. Concluyo que al 0.2 % de aceite esencial de canela incorporado a la cobertura comestible a base de almidón de maíz presentaron mejores características durante 12 días de almacenamiento.

Loor, Mesías, Prado, Molina y Montesdeoca (2016), estudio la “Evaluación pos cosecha de naranjas almacenadas con agentes de recubrimiento”, se elaboraron usando distintas matrices hidrocoloides (carboximetilcelulosa, hidroxipropilmetilcelulosa y gelatina sin sabor), glicerol como plastificante y

agua como solvente, aplicadas mediante proceso de inmersión. Utilizando el Diseño Completamente al Azar, obtenido los resultados a los 24 días de almacenamiento: 19.8 % pérdida de peso, 11.5 de sólidos solubles (°Brix), 1.8 acidez titulable, 9.1 índice de madurez. Se concluye que el almacenamiento pos cosecha de las naranjas influye favorablemente en la vida útil de las naranjas considerándola en buen estado hasta los 24 días almacenamiento.

Hanco (2017), estudio la “elaboración de un recubrimiento comestible y su comparación con recubrimiento comercial aplicado en naranja (*Citrus sinensis*) valencia”, en diferentes porcentajes de glicerina, lecitina de soya y gel de aloe vera en 9 tratamientos más el recubrimiento comercial, utilizando la metodología: lavado, seleccionado y se les aplicó el recubrimiento comestible elaborado y recubrimiento comercial 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 fisicoquímicos de las naranjas, se obtuvieron las respuestas que no hubo cambios significativos en la pérdida de peso, sólidos solubles y acidez (2.4 %; 11.48 °Brix; 0.28 acidez) respectivamente, porque la naranja es una fruta no climatérica mantiene su color, concluyendo que el recobramiento comestible elaborado 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.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Naranja**

En el Perú las naranjas llegaron a mediados del siglo XVI, siendo cultivados inicialmente, en algunas áreas de la cuenca del río Amazonas. Actualmente los cítricos se cultivan en todas las regiones de nuestro país excepto en zonas frías, teniendo como límite para su cultivo comercial hasta los 2,000 msnm (Sugai, 2002).

La naranja es un fruto del naranjo dulce, árbol perteneciente al género *Citrus* de la familia de las Rutáceas. Esta familia comprende más de 1.600 especies. El género botánico *Citrus* es el más importante de la familia y consta de unas 20 especies con frutos comestibles, todos abundantes en vitamina C, flavonoides y aceites esenciales. Tienen la pulpa formada por muchas vesículas llenas de jugo. El naranjo dulce se considera la especie más importante y es el más cultivado de todos los cítricos. Le siguen las mandarinas, los limones, los pomelos, limeros y kumquats. El naranjo amargo es cultivado como árbol ornamental utilizado para obtener fragancias, este no se debe confundir con el naranjo dulce (Espinoza, 2005).

Actualmente las naranjas son cultivados en un gran número de países siempre que las condiciones climáticas lo permitan, las naranjas se caracterizan por ser árboles o arbustos de hojas perennes cuya altura puede oscilar entre los 5 y los 16 m si bien las especies actuales se cultivan en forma de variedades que permiten realizar las tareas agrícolas más fácilmente y resultan más productivos (Sugai, 2002).

En el Perú, las naranjas de mayor importancia es el naranjo dulce (***Citrus sinensis***) con sus variedad “Washington navel” (naranja de ombligo o sin pepa) y “Valencia” (naranja para jugo), seguida en orden decreciente por el limón sutil o lima acida (***Citrus aurantifolia***), muy utilizada en la industria de aceites esenciales de (D-limoneno) y por las mandarinas que incluyen a la “Satsuma” y a híbridos tipo (Sugai, 2002).

### **2.2.2. Taxonomía de la naranja de criolla**

**Reino:** Plantae

**División:** Traqueofitas

**Clase:** Dicotiledóneas

**Subclase:** Arquiclamideas

**Orden:** Geraniales

**Familia:** Rutaceae

**Género:** *Citrus*

**Especie:** *Citrus sinensis*

**Fuente:** Gonzalo y Salaya (2004).

### **2.2.3. Botánica**

Es un árbol de hasta 12 m de altura y 25 cm de diámetro, cuyos ejemplares jóvenes tienen las ramas de sección angulosa. La corteza presenta un color castaño sódico (FONTAGRO, 2007). Las hojas de color verde oscuro, brillante por el haz y mates por el envés, simples y de forma más o menos elípticas, miden 6-15 por 2 - 9 cm. Su borde es dentado, el ápice redondeado o apuntado la base redondeada no presenta pelos los peciolo alados, se articulan con la lámina y miden entre 9 y 20 mm (Océano, 2005).

Las flores son hermafroditas y aparecen solitarias o en racimos en las axilas de las hojas. El cáliz es blanco verdoso dentado y de unos 3 mm de longitud tiene 4 o 5 pétalos blancos glandulosos elípticos y de 13 - 22 por 3 - 4 mm, el número de estambres unidos por la base en un anillo, equivale el cuádruplo de los pétalos. El fruto tiene una forma más o menos globosa y mide de 6,4 a 9 cm de diámetro. La corteza es poco rugosa, adherente, de color anaranjado y con la pulpa desprovista de vesículas oleosas. Las semillas escasas y si hay alguna, tienen color blanco y la testa rugosa (Océano, 2005).

### **2.2.4. Origen y distribución geográfica de la naranja**

El naranjo es originario de China, Indonesia y posiblemente de otros países de del suroeste asiático donde todavía se encuentra en estado silvestre. Los chinos y japoneses así como los hindúes iniciaron su cultivo hace miles de años. Cristóbal Colón trajo esta planta al nuevo mundo procedente del sur de Europa (Aldana, 2001).

Los cítricos se originaron hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático, desde entonces y hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debido a la selección natural y a hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre. La dispersión de los cítricos desde sus lugares de origen se correspondió principalmente a los grandes movimientos migratorios, conquistas de Alejandro Magno, expansión del Islam, cruzadas, descubrimiento de América, entre otros y se extendió por todo Oriente a través de la Ruta de la Seda. Durante la Edad Media, el naranjo dulce fue llevado al norte de África y posteriormente al sur de Europa, donde comenzó a cultivarse cerca de los siglos XV y XVI. De igual

modo, la naranja fue introducida a América con la llegada de los españoles y los 7 portugueses en sus viajes de exploración; y es actualmente uno de los cítricos más cultivados en todo el mundo (Espinoza, 2005).

### **2.2.5. Variedades**

Existe un gran número de variedades de la fruta, muchas de las cuales han surgido de mutaciones naturales debido a las condiciones climatológicas y de suelo existentes en las diferentes zonas de cultivo alrededor del mundo. Las particularidades de cada variedad determinan el tipo de uso de la fruta, ya sea para ser comercializadas en estado fresco o para ser procesadas. Si bien existen diferencias de tamaño, color, textura de la cáscara, jugosidad, entre otras, el sabor es una de las características fundamentales que se toma en cuenta para clasificar a esta fruta. Las variedades más importantes en el mundo son conocidas como naranjas dulces y se clasifican en tres grandes grupos (Vásquez, 2008).

#### **2.2.5.1. Naranjas navel**

Estas variedades se caracterizan por ser frutos de gran tamaño; su color varía de naranja pálido a naranja intenso. No tienen semillas y son fáciles de pelar, por lo que se prefiere su consumo fresco, además de que no resultan adecuadas para elaborar zumos ya que el sabor de su jugo es amargo. Pertenecen a este grupo las variedades Navel, Navelate, Navelina, Washington Navel, entre otras (Vásquez, 2008).

#### **2.2.5.2. Naranjas blancas**

El tamaño de estas variedades va de mediano a grande, mientras que la coloración de los frutos varía desde tonos amarillo naranja hasta naranja intenso. Todas tienen abundante zumo de calidad y, aunque algunas presentan gran cantidad de semillas, son las más utilizadas para el procesamiento de jugo. Pertenecen a este grupo las variedades Valencia, Late, Salustiana, Ambersweet, entre otras. Sanguina: Estas variedades, cultivadas únicamente en la región del Mediterráneo, son muy similares a las Blancas pero su pulpa tiene un pigmento rojo cuyo sabor es extremadamente dulce. Pertenecen a este grupo las variedades Sanguinelli y Maltaise (Vásquez, 2008).

### 2.2.5.3. Naranjas criollas

Se denomina naranja criolla a una serie de selecciones de naranjas comunes que se propagan ya sea por injerto o por semillas. Los árboles son vigorosos, grandes, con cierta cantidad de espinas y aquellos sobre pie franco son además susceptibles a la enfermedad conocida como Gomosis. Los frutos son pequeños con muchas semillas y con maduración precoz. Prácticamente toda la producción se destina a la industria (Vásquez, 2008).

### 2.2.6. Composición química de la naranja criolla

Los cítricos están constituidos principalmente por 80 % a 85 % de agua y 12 a 15 % de sólidos totales. Prácticamente no contienen almidones y su contenido de proteínas y grasas es muy bajo, contienen aproximadamente de 5 a 7 % de ácidos cítricos dependiendo de la especie. Son una excelente fuente de vitamina C, un vaso de jugo de naranja por lo general contiene la cantidad diaria requerida por el organismo humano como se muestra en la (Tabla 1).

**Tabla 1.** Composición química de la naranja criolla

<b>Componentes (%)</b>	<b>g/100g parte comestible</b>	<b>Componentes (%)</b>	<b>g/100g parte comestible</b>
Hierro	0.69 mg	Magnesio	2.58 ug
Proteínas	10.78 mg	Vitamina A	0.07 mg
Calcio	0.70 g	Vitamina B1	0.02 mg
Fibra	143 mg	Vitamina B2	0.27 mg
Potasio	1 mg	Vitamina B3	0.23 ug
Yodo	0.11 mg	Vitamina C	0.25 mg
Zinc	9.40 g	Vitamina E	0.10 ug
Carbohidratos	10.89 mg	Vitamina B9	39 mg
Calorías		35	

**Fuente:** Sugai (2002).

### 2.2.7. Características de naranja criolla

La calidad de la naranja se determina de acuerdo a varias y cualidades. Entre las características físicas del fruto se observa: peso, forma, tamaño,

volumen del jugo, color externo y pulpa; daños causados por insectos, enfermedades. Asimismo en los frutos se aprecian sus características químicas tales como: “contenido de azúcar (sólidos solubles), acidez (ácido cítrico), la relación entre el contenido de azúcar y la acidez titulable, contenido de vitamina C”. La acidez de la naranja se debe fundamentalmente a los ácidos cítricos, aunque también, hay pequeñas cantidades de otros ácidos. El contenido de estos es alto cuando comienza la maduración de los frutos y decrece a medida que está avanzando. Se ha establecido un mínimo de ácido para la fruta cosechada que oscila entre 0,4 y 0,5 determinado mediante análisis químico (Sánchez, 2004).

Se observa en la tabla 2, las características de las naranjas criollas como: el peso, (sólidos solubles o SS.) °Brix, acidez titulable, la acidez de la naranja se debe fundamentalmente a los ácidos cítricos, aunque también hay pequeñas cantidades de otros ácidos. Los cítricos están constituidos principalmente por 80 – 85 % de agua y 12 a 15% de sólidos totales citado por Sánchez (2004) y Russián (2006).

**Tabla 2.** Análisis de peso, °Brix y acidez de fruto de naranja "Criolla".

Naranja criolla	peso (g)		°Brix		% de acidez	
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
	237.76	122.76	13.04	11.66	1.08	0.8

**Fuente;** Russián (2006).

### 2.2.8. Postcosecha

El período postcosecha comienza en el momento de la separación del producto del medio donde ha crecido o en donde se ha producido y termina con la preparación del alimento para su consumo final o para su posterior conservación. Mientras el producto permanece unido a su planta, las pérdidas causadas por la respiración y la transpiración son repuestas por los fotosintatos y nutrientes suministrados por la planta. El producto continúa respirando después de la recolección y durante todo el tiempo de su vida postcosecha. En la vida de las frutas y hortalizas pueden distinguirse cinco etapas distintas:

- a) Desarrollo (morfológico y químico de los tejidos).

- b) Juventud o inmadurez (período de desarrollo antes del comienzo de la maduración).
- c) Maduración fisiológica
- d) Maduración organoléptica (máxima calidad estética y sensorial).
- e) Senescencia (producto alterado e incomedible).

La duración de cada una de estas fases varía según el tipo y la variedad del producto. La transpiración es el proceso a través del cual el producto fresco pierde agua, con las correspondientes pérdidas de peso, alteración del aspecto (arrugamiento, marchitamiento), de la textura (ablandamiento, flacidez, pérdida de la crocancia y de la jugosidad), y de valor nutritivo. En general, se considera que el marchitamiento es inaceptable cuando se pierde el 5% del peso que tenía el producto en el momento de la recolección. La mayoría de las frutas y hortalizas, cuando han perdido el 5 – 10 % de su contenido de humedad, presentan claros signos de marchitamiento como resultado de la plasmólisis celular (Rahman, 2003).

La calidad postcosecha su intensidad y uniformidad de color, firmeza, tamaño, forma, suavidad de la cáscara, ausencia de pudriciones y defectos incluyendo daño físico (abrasión y magulladuras), defectos en la cáscara o decoloración, daño por insectos. La calidad del sabor está relacionada de sólidos solubles/acidez y la ausencia de compuestos que producen sabores indeseables, incluyendo metabolitos producidos por fermentación. La temperatura óptima 3 – 8 °C. Hasta 3 meses, dependiendo del cultivar, estado de madurez de la cosecha y área de producción. Algunos cultivares pueden ser mantenidos de 0 – 1 °C (INFOAGRO, 2003).

Las frutas y vegetales en general mantienen un metabolismo activo aún después de la cosecha. La fotosíntesis se reduce y prácticamente se detiene pero, sin embargo, los procesos de respiración prosiguen activos. La respiración es un fenómeno bioquímico muy complejo según el cual los carbohidratos, polisacáridos, ácidos orgánicos y otras fuentes de energía son metabolizados en moléculas más simples con producción de calor. Los productos de la respiración aerobia son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y vapor de agua, mientras que los productos de la fermentación tales como etanol, acetaldehído y ácidos orgánicos se producen durante la respiración aerobia, la respiración está afectada por numerosas propiedades intrínsecas de los

productos frescos, pero generalmente es inversamente proporcional a la intensidad de la respiración (Charlie y Sandoval 2001).

Por ser una fruta altamente perecedera, la naranja después de ser desprendida de la planta sufre pérdidas de peso y deterioro significativo en la cadena de comercialización y reducción de su vida útil de 8 a 10 días por efecto del acelerado proceso de maduración, desmejorando su apariencia y calidad, las pérdidas aumentan debido al manejo inadecuado que recibe el producto (Martínez, Alburquerque, Valverde, Guillén, Castillo, Valero y Serrano ,2005).

### **2.2.9. Índice de calidad de la naranja criolla**

Según FAO (2013), debe cumplir el siguiente ítem del índice de calidad de las naranjas criollas como: intensidad y uniformidad de color, firmeza, tamaño, forma, suavidad de la cáscara, ausencia de pudriciones y libertad de defectos incluyendo daño físico, defectos en la cáscara o descoloración. La calidad del sabor está relacionada de sólidos solubles/acidez y la ausencia de compuestos que producen sabores indeseables, incluyendo metabolitos producidos por fermentación en todas las categorías, las naranjas deberán: estar enteras, sanas y limpias. Deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo, exentas de plagas que afecten al aspecto general del producto, humedad externa anormal, cualquier olor y/o sabor extraños, daños causados por bajas y/o altas temperaturas, daños causados por tiempo de almacenamiento, prácticamente exentas de magulladuras y/o amplias cicatrizaciones por cortes en la cáscara.

### **2.2.10. Parámetros de la naranja criolla.**

La normativa de la organización para la cooperación y el desarrollo económico, se recomienda los mínimos requerimientos de calidad de la naranja criolla destinado al consumo en fresco, el cual no debe presentar cortaduras o picaduras por insectos, la sanidad referida a frutos libres de deterioro anormal, la limpieza con frutos libres de sólidos o residuos químicos, además deben presentar ausencia de daños o alteraciones ocasionadas por variación de temperatura, estar libres de humedad exterior anormal, olores o sabores extraños, así como haber alcanzado un desarrollo

y estado de madurez convenientes. Dicha norma fue acordada en 1971 y aclara que el estado de madurez se concreta en criterios, la cantidad de los cítricos se mide en porcentaje, obtenida por la cantidad de peso total del fruto, que se determina por el grado de madurez interna, obtenida por la relación de los sólidos solubles totales (SST) y el grado de acidez titulables, expresado en porcentaje (Quinza y López, 1978), los parámetros de calidad de consumo de frutos de naranja dependen de cambios externos e internos en pos cosecha, como lo son: el color, que va cambiando por la degradación de las clorofilas; la firmeza, que cambia por la pérdida del contenido de agua dada por la transpiración; y el proceso de respiración, además la pérdida de peso es un parámetro importante debido a su incremento ya que la fruta se arruga (Singh y Reddy, 2006).

#### **2.2.10.1. Parámetros externos (físicos)**

Actualmente, las normas de calidad para clasificar las naranjas se centran en parámetros externos (forma, tamaño, defectos, heridas, etc.), todos son parámetros que van a consentir y determinar la geometría del fruto en estudio, es decir, masa, forma, calibre y homogeneidad en el tamaño, además del color, la propiedad óptica más importante en los alimentos, puesto que, si un producto no tuviese una buena presencia color, el consumidor no podría llegar nunca a juzgar otros aspectos (Domene y Segura, 2014). Sin embargo, la realidad es que las empresas comercializadoras están exigiendo a los productores otros parámetros de calidad demandados por los consumidores: firmeza, contenido de azúcares, contenido en ácidos y defectos internos (Altisent y Ramos, 2001).

#### **2.2.10.2. Parámetros internos (químicos).**

Estos componentes se determinan mediante el análisis químico con técnicas analíticas instrumentales, algunas muy complejas y sofisticadas, que miden con exactitud y sensibilidad la gran mayoría de los componentes, pero a pesar de estos avances, no es posible medir y valorar la consecuencia de la presencia de los componentes desde el punto de vista de la apreciación de los productos al consumirlos (Schwab, *et al.*, 2013), se estima que la información más precisa para definir el término de calidad se obtiene a

través de una coordinación del análisis instrumental y una evaluación sensorial.

#### **2.2.11. Almacenamiento de las naranjas criolla**

Los principales problemas que limitan la calidad de cítricos durante el almacenamiento son las pudriciones y desórdenes fisiológicos como daño por variación de temperatura y otros que se manifiestan en la cáscara de la naranja según (Ritenour, 2004) y (Hernández, Ruiz y Rodríguez, 2011).

Las naranjas pueden ser almacenados por períodos de hasta 12 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 pre cosecha y el manejo pos cosecha, los principales problemas que limitan la calidad de estos frutos durante el almacenamiento son las pudriciones y los desórdenes fisiológicos que se manifiestan en la cáscara citado por (Moreira y Intriago, 2014).

#### **2.2.12. Daños de la naranja criolla**

Los daños ocasionados por los factores fisiológicos y biológicos de mayor importancia están: la producción de etileno, la velocidad de respiración, la tasa de transpiración y las enfermedades provocadas fundamentalmente por bacterias y hongos. Entre los factores ambientales más importantes están la temperatura, la humedad relativa, la composición y concentración de los gases de la atmósfera alrededor del producto. El manejo de estos factores permite controlar dentro de ciertos límites, el proceso de pérdida de calidad. La industria alimentaria dirige sus investigaciones al desarrollo de tecnologías y a la aplicación de desinfectantes seguros y efectivos, tanto para el lavado como para la conservación de los alimentos según (Bataller, Cruz y García 2010).

#### **2.2.13. Coberturas biodegradables**

Las coberturas biodegradables proporcionan un reemplazo o fortificación de las capas naturales para prevenir la pérdida de humedad, mientras selectivamente permite el control del intercambio de gases importantes tales como oxígeno, dióxido de carbono y etileno, que están involucrados en el proceso de respiración y maduración. Una cobertura puede también

proporcionar una superficie estéril y prevenir la pérdida de otros componentes importantes. Generalmente, su espesor es menor de 0.3 mm (Embuscado y Huber, 2009).

Las coberturas biodegradables, deben ser degradadas totalmente por microorganismos, fácil de descomposición como dióxido de carbono, agua, metanol, y biomasa. La biodegradación incluye la despolimerización y la desmineralización a dióxido de carbono, agua, sales, etc., e involucra tres elementos claves, los microorganismos apropiados, el medio ambiente y la vulnerabilidad del sustrato o polímero (Pérez, *et al.*, 2003).

Una cobertura de frutas puede formarse por inmersión, pulverización o cepillado, seguido de secado y enfriamiento. Cuando los materiales de recubrimiento se colocan en la superficie de las frutas, dos fuerzas se deben desarrollar: la cohesión de las moléculas de la cobertura, y la adherencia entre la cobertura y la fruta. Cuanto mayor es la cohesión, más altas las propiedades de barrera y baja la flexibilidad de la cobertura. Mayor adhesión garantiza una mayor durabilidad de la cobertura en la superficie de la fruta citado por (Olivas y Barbosa, 2005).

#### **2.2.14. Materiales para la elaboración de las coberturas biodegradables**

##### **a. Coberturas a base de polisacáridos**

Los polisacáridos es la base de cobertura comestible transparente, homogénea y moderada propiedad mecánica, se muestran eficaces en propiedades de barrera de gases a pesar de que son altamente hidrofílicos y por lo que muestran alta permeabilidad al vapor de agua en comparación con películas plásticas comerciales (Campos, Gerschenson y Flores 2011). No son tóxicos y fáciles de conseguir, por su permeabilidad selectiva al CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, retrasan la respiración y la maduración de muchas frutas y verduras, limitando la disponibilidad de O<sub>2</sub>.

##### **b. Coberturas a base de proteínas**

La capacidad de las diferentes proteínas para formar las coberturas y películas es altamente dependiente de sus características moleculares: peso molecular, conformación, propiedades eléctricas (carga en función del pH), la flexibilidad y estabilidad térmica. En general la formación de las

coberturas consiste en el tratamiento de calor para desnaturalizar la proteína, seguido por la fundación y secado del recubrimiento.

Coberturas a base de proteínas podrían tener impresionantes propiedades de barrera a los gases y propiedades mecánicas en comparación con las películas preparadas a partir de polisacáridos y grasas, ya que su estructura confiere una amplia gama de propiedades funcionales, especialmente un alto potencial de unión intermolecular, por ejemplo: la zeína, gluten de trigo, albúmina, queratina y gelatina son mejores barreras de gas que las pectinas, metilcelulosa, hidroxilpropilcelulosa y almidón. Sin embargo, la pobre resistencia al vapor de agua limita su aplicación (Campos et al., 2011) y (Zhong y Xia, 2008).

### **c. Coberturas a base de lípidos**

Los lípidos para la elaboración de coberturas o películas comestibles, son: ceras de abeja, cera de candelilla, cera de carnauba, triglicéridos, mono glicéridos acetilados, ácidos grasos, alcoholes grasos y sucrosa esterés ácidos grasos. Las coberturas comestibles basadas en lípidos tienen una baja afinidad al agua, lo que explica porque ellos tienen una baja permeabilidad al vapor de agua. Esta última propiedad es extremadamente importante, encontrándose un gran número de estudios que usan estas películas en frutas y vegetales frescas para controlar su desecación (Vargas *et al.*, 2008).

Las capas de lípidos son buenas barreras de vapor de agua, los lípidos se pueden incluir en la formulación de recubrimientos comestibles en forma de una sola capa, como los lípidos dispersos en una red formada por hidrocoloides o como una capa secundaria. Una cadena larga de ácidos grasos saturados proporciona películas con mejores propiedades de barrera al vapor de agua, producen una estructura más densa y tienen menos movilidad que los ácidos grasos insaturados de cadena corta. Los lípidos que son sólidos a la temperatura de almacenamiento deseado forman capas con una mejor barrera de vapor de agua que los lípidos que son líquidos en las mismas condiciones (Olivas y Barbosa, 2005).

En la realidad cada sustancia hidrofóbica tiene sus propias características fisicoquímicas, cada película comestible basada en lípidos se comporta de

una manera diferente con respecto a la transferencia de humedad. La polaridad de los lípidos debe ser considerada, es decir, la distribución de potenciales electrostáticas sobre las moléculas que dependen del grupo químico, longitud de la cadena alifática citada por (Morillón, Debeaufort, Blond, Capelle y Voilly, 2002).

#### **2.2.15. Aplicación y formación de las coberturas biodegradables**

Cualquiera de los procesos de formación expuestos se puede utilizar con variadas técnicas de aplicación. Sin embargo la aplicación de una cobertura comestible depende en gran medida del tipo de producto que se desee recubrir según (Soliva y Martín, 2001).

En el caso de los productos que requieren una capa uniforme en una superficie irregular, la inmersión es la técnica que proporciona mejores resultados. Esta técnica es más utilizada en el recubrimiento de frutas y hortalizas (Tharanathan, 2003). La inmersión se realiza en tanques que contienen las formulaciones formadoras de coberturas, posterior a esto se procede a una escurrido y secado, dejando que una película delgada sea formada sobre la superficie del producto (Perez, *et al.*, 2003).

#### **2.2.16. Uso de las coberturas biodegradables**

Las frutas tropicales y los vegetales enfrentan serios problemas debido a que muchos de ellos son susceptibles de sufrir también daños por frío. Sin embargo temperaturas inferiores a 10 °C no pueden ser usadas para extender su vida de anaquel de las frutas y verduras (Maftoonazad y Ramaswamy, 2005).

Algunas técnicas han sido utilizadas para el almacenamiento de frutas no climatéricas con la finalidad de retardar la tasa de maduración después de la cosecha y así extender su vida útil. Estas incluyen el almacenaje en atmósferas controladas, envasado en atmósferas modificadas y aplicación de recubrimientos sobre su superficie (Maftoonazad y Ramaswamy, 2005).

La aplicación de barreras físicas como recubrimiento en la superficie de frutos puede regular la permeabilidad al O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y vapor de agua, retardando el proceso natural de madurez fisiológica. Además de preservarlo contra la infestación de insectos y crecimiento de microorganismos, estas coberturas

son una alternativa viable de conservación. El uso de coberturas también mejora las propiedades mecánicas en el manejo de productos hortofrutícolas (Perez, *et al.*, 2003).

El proceso de maduración conlleva a una serie de cambios fisicoquímicos, después de la cosecha, que determinan la calidad del producto adquirido por el consumidor, mencionados de algunos cambios de finiquitos, las causas que provocan, así como el efecto que tiene sobre ellos es uso de coberturas en la superficie de las frutas.

### **2.2.17. Plastificantes**

Un plastificante es una sustancia estable, no volátil y con alto punto de ebullición, la cual cuando es adicionada a otro material, cambia las propiedades físicas o mecánicas de ese material. La adición de un plastificante permite la obtención de una cobertura o película menos frágil, más flexible, más dócil y eventualmente más dura y resistente. El tamaño molecular, la configuración y el número total de los grupos hidroxilo funcionales del plastificante pueden afectar las interacciones entre plastificantes pueden afectar las interacciones entre plastificante y el polímero (Aguilar, 2005).

Los plastificantes reducen la fuerza intermolecular que se genera entre los polímeros, que ocasionan la fragilidad de la cobertura y aumentan la movilidad de las cadenas de los polímeros, lo que mejora la flexibilidad y extensibilidad de coberturas, sin plastificante no se forma una película homogénea (Olivas y Barbosa, 2005; García, Pinotti, Martino y Zaritzky, 2009; Olivas, y Barbosa, 2005; Rojas, Tapia, Rodríguez, Carmona y Belloso, 2007).

Debido al aumentos en la movilidad de las cadenas, el plastificante puede reducir la formación de poros y grietas, mejorando la uniformidad de la cobertura, por lo que se espera que las coberturas exhiban mayor resistencia al vapor de agua, que una no plastificada, pero el carácter hidrofílico de los plastificantes como glicerina favorece la absorción y desorción de moléculas de agua para promover la permeabilidad (García, *et al.*, 2009).

### 2.2.18. Almidón

El almidón es un polímero natural, un gran hidrato de carbono que las plantas sintetizan durante la fotosíntesis y sirve como reserva de energía (Castillo e Iñiguez 2011). Son importantes fuentes de almidón el maíz, trigo, papa, yuca, ñame y otros. El almidón no es realmente un polisacárido, sino la mezcla de dos, la amilosa y la Amilopectina como se muestra en la tabla 3 (Barrios, Tejada, Tarón, y Villabona 2007). El contenido en amilosa varía según la fuente de origen y suele estar comprendido entre el 17 y el 35 % en peso, dichos valores pueden variar ligeramente debido a las condiciones en las que se desarrollen y las variedades de las distintas fuentes.

**Tabla 3.** Porcentaje de amilosa y amilopectina de almidones de diferente origen.

Fuente	% Amilosa	% Amilopectina
Trigo	26	74
Cebada	22	78
Maíz	28	72
Amilomaíz	51-65	49-35
Maíz céreo	1	99
Avena	27	73
Arroz	18	82
Arroz céreo	1	99
Mijo	23	77
Mijo	1	99
Patata	23	77

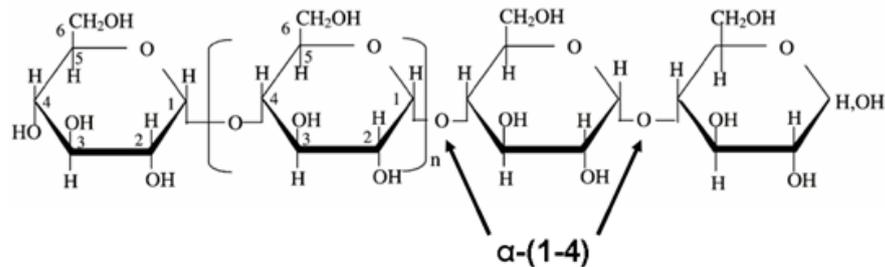
**Fuente:** Martínez (2005).

#### Estructura del Almidón

Es un polímero lineal formado por unidades de  $\alpha$ -D-anhidroglucosa unidas en la posición (1,4). Presenta una disposición espacial helicoidal mediante uniones de puente de hidrogeno que pueden debilitarse y romperse fácilmente por acción del pH y la temperatura. Este hecho provoca una mayor movilidad de la molécula y una reordenación de la amilosa con nuevos enlaces inter e intermoleculares que se conoce con el nombre de retrogradación (Badui, 2006).

- **Amilosa.-** Es un polímero lineal formado por unidades de  $\alpha$ -D-anhidroglucosa unidas en la posición (1,4). Presenta una disposición espacial helicoidal mediante uniones de puente de hidrogeno que pueden debilitarse y romperse fácilmente por acción

del pH y la temperatura. Este hecho provoca una mayor movilidad de la molécula y una reordenación de la amilosa con nuevos enlaces inter e intermoleculares que se conoce con el nombre de retrogradación (Badui, 2006).

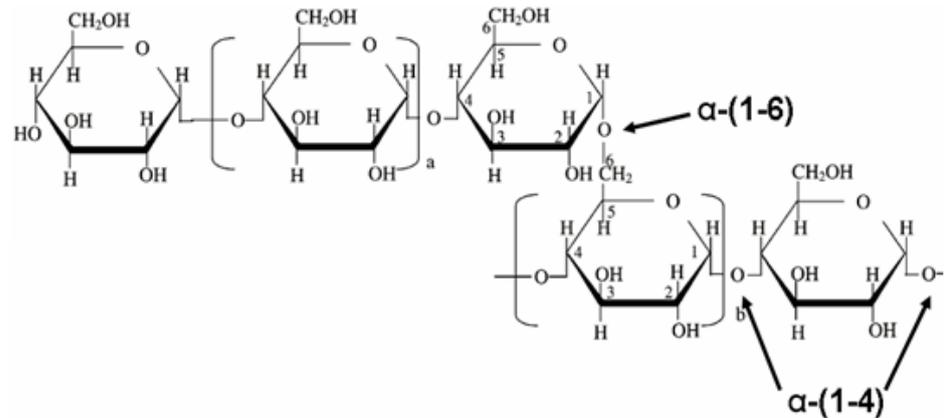


**Fuente:** Badui (2006).

**Figura 1.** Estructura de la Amilosa

El fenómeno de retrogradación consiste en la reordenación de las moléculas de amilosa durante el proceso de enfriamiento. Cuando los almidones se cuecen y gelatinizan, la fracción de amilosa se disuelve completamente y con el tiempo, tiende a asociarse en grupos lineales formando conjuntos cristalinos por medio de puentes de hidrogeno intermoleculares. Este fenómeno provoca que las soluciones se vuelvan opacas y formen geles rígidos que finalmente puedan dejar agua libre en un proceso conocido como sinéresis, que en la mayoría de casos es irreversible. El grado de polimerización de la molécula de Amilosa (100-10000) y la longitud de la cadena influyen mucho en el comportamiento del almidón en disolución (Badui, 2006).

- **Amilopectina** Es un polímero ramificado formado por unidades de α-D-anhidroglucosa unidas mediante enlaces (1,4) en las zonas lineales, y enlace (1,6) en las zonas de ramificación. Su estructura abierta, facilita la hidratación de la molécula e impide o retrasa el fenómeno de retrogradación (Badui, 2006).



**Figura 2.** Estructura de la Amilopectina  
**Fuente:** Badui (2006).

### 2.3. Marco conceptual

#### a. Coberturas biodegradables

Es una capa preformada y delgada elaborada con materiales comestibles y una vez elaborada puede ser colocada sobre el alimento o entre los componentes del mismo, la cual provee una barrera a la transferencia de masa y provee un medio para contener ingredientes o aditivos mejorando el manejo del alimento (Mchugh y Senesi, 2000).

#### b. Almidón

Es un polímero natural, un gran hidrato de carbono que las plantas sintetizan durante la fotosíntesis y sirve como reserva de energía (Guadrón 2013). Son importantes fuentes de almidón el maíz, trigo, papa, yuca, ñame y otros. El almidón no es realmente un polisacárido, sino la mezcla de dos, la amilosa y la amilopectina (Barrios, Tejada, Tarón, y Villabona, 2007). El contenido en amilosa varía según la fuente de origen y suele estar comprendido entre el 17 y el 35% en peso, dichos valores pueden variar ligeramente debido a las condiciones en las que se desarrollen y las variedades de las distintas fuentes.

#### c. Glicerina

Es un producto que tiene una gran capacidad para atraer la humedad, alcanza su punto de ebullición a los 290 °C, es dulce, viscoso, carece de olor y se disuelve en agua y alcohol. La glicerina utiliza en los alimentos

preparados, también posee un valor espesante, endulzante, estabilizante, conservante y plastificante (Embuscado y Huber, 2009).

#### **d. Sorbitol**

Es un poliol (alcohol de azúcar) que se utiliza como edulcorante de carga en diversos productos alimentarios. Además de otorgar dulzura, es un excelente agente humectante y texturizador. El sorbitol es aproximadamente un 60 % tan dulce como la sacarosa y tiene un tercio menos de calorías. Produce una sensación suave en la boca, con un sabor dulce, fresco y agradable. Es no criogénico y puede ser útil para las personas diabéticas.

#### **e. Pérdida de peso**

Es la difusión del vapor de agua, en frutas frescas y vegetales, debido a un gradiente de presión entre el interior y el exterior del fruto. Las películas sobre la superficie de los frutos actúan como barreras a la difusión del vapor de agua, lo que se traduce en menores tasas de pérdida de humedad. El espesor de la barrera y la permeabilidad a la humedad son factores importantes desde el punto de vista de la velocidad de transferencia de masa (Maftoonazad y Ramaswamy, 2005).

#### **f. Sólidos solubles (°brix)**

Es la cantidad sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales, y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de la célula de una fruta según (Lacommet 2011).

#### **g. Índice de madurez**

Es la madurez fisiológica al momento en que los frutos han cesado prácticamente su crecimiento, se detiene la acumulación de reservas y se incrementan los procesos metabólicos que conducen a su madurez de consumo Según (Crochon, Lee y Col, 2007).

#### **h. Naranja criolla**

La naranja es una fruta cítrica comestible obtenida del naranjo dulce (*Citrus sinensis*), del naranjo amargo (*Citrus aurantium*) y de naranjos de otras especies o híbridos, antiguos híbridos asiáticos originarios de India, Vietnam

o el sureste de China. Es un hesperidio carnoso de cáscara más o menos gruesa y endurecida, y su pulpa está formada típicamente por once gajos llenos de jugo, el cual contiene mucha vitamina C, flavonoides y aceites esenciales. Es más pequeña y dulce que el pomelo o toronja y más grande, aunque menos perfumada, que la mandarina (Wales y Sanger, 2001).

#### **i. Cosecha**

Es la operación de separación de las naranjas del pedúnculo que lo mantiene unido al árbol, por tanto, es necesario proteger la fruta en la recolección para evitar pérdidas de poscosecha, finalmente aceleran su deterioro cuando la fruta se encuentra en el proceso de comercialización.

#### **j. Poscosecha**

Es la etapa donde se realiza el manejo y control de variables como: la temperatura y la humedad relativa, la selección y el uso de empaques, y la aplicación de tratamientos suplementarios, como fungicidas entre otros. El mal manejo poscosecha es un problema que afecta a la economía de los productores, los comercializadores y los consumidores. Las pérdidas poscosecha de la naranja pueden alcanzar del 10 al 25%, del volumen producido (Ayala y Benavente 2011).

#### **k. Almacenamiento**

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, los principales problemas que limitan la calidad de estos frutos durante el almacenamiento son las pudriciones y los desórdenes fisiológicos que se manifiestan en la cáscara citado por (Hernández, *et al.*, 2011).

## CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Lugar de ejecución

La investigación se llevó a cabo en los Laboratorios de Procesos Agroindustriales y Física de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA), ubicada en el local de Santa Rosa en la Av. 28 de Julio N°- 1103, del distrito Talavera, provincia Andahuaylas, Región Apurímac.

### 3.2. Materiales, instrumentos y equipos

#### a. Equipos e instrumentos

**Tabla 4.** Equipos e instrumentos.

<b>Cantidad</b>	<b>Equipos e instrumentos</b>	<b>Marca</b>
01	Balanza analítica de 0.1 g.	ABCG – NS220C2
01	Termómetro digital	
01	Refractómetro	Digital France
01	Cámara fotográfica	Sony

#### b. Recursos no disponibles

**Tabla 5.** Recursos no disponibles.

<b>Recursos no disponibles</b>	
<b>Cantidad</b>	<b>Reactivos e insumos</b>
20 ml	Glicerina
20 ml	Sorbitol
150 ml	Na OH 0.1 N
50 ml	Fenolftaleína
3 l	Agua destilada
<b>Cantidad</b>	<b>Material vegetal</b>
220 unid	Naranja criolla
12 g	Almidón de papa
12 g	Almidón de maíz

### c. Materiales

**Tabla 6.** Materiales de la investigación.

<b>Cantidad</b>	<b>Materiales</b>
06	Vasos precipitados de 100 ml
01	Varilla de vidrio
07	Vasos precipitados de 5 ml
01	Pizeta
01	Paquete papel tissue
02	Pipetas de 5 ml, 10 ml
01	Cuchillo

### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

Se consideró como la población de estudio a la producción de naranja criolla, proveniente de la comunidad de San Pedro de Umaca, distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, Región Apurímac, que se encuentra a una altitud de 3108 msnm.

#### 3.3.2. Muestra

Se realizó la recolecta de las naranjas con siguientes características: madurez comercial, máxima coloración amarillo y tamaño homogéneo; obteniéndose una muestra de 220 unidades para el estudio.

### 3.4. Métodos de análisis

#### a) Elaboración de coberturas a base de almidón de papa y maíz

Si elaboraron las coberturas a base de almidón de papa y coberturas a base de almidón de maíz siguiendo los siguientes pasos, en tratamientos (10%, 20% y 30%) para ambas, luego se realizó la mezcla de almidón con agua destilada para lograr su rehidratación de los gránulos de almidón. La suspensión obtenida fue calentada a 90 °C durante 5 minutos, se enfrió a

30 °C, se adicionó sorbitol y glicerina, a cada tratamiento. Las naranjas fueron sumergidas en la solución durante 1 minuto y secadas con aire para obtener la formación de las coberturas (Aguilar, 2005).

#### **b) Determinación pérdida de peso de la naranja criolla**

**Pérdida de peso.-** Se realizó por el método gravimetría

Se determinaron por gravimetría mediante la diferencia entre peso tomado como base el peso inicial de la naranja (Pi) menos el peso final de naranja almacenada y expresando los resultados como porcentaje de peso (%) mediante la siguiente ecuación.

$$\% PP = \frac{Pi-Pf}{Pi} \times 100 \dots\dots\dots EC. (01)$$

Dónde:

% PP = Pérdida de peso

Pi = Peso inicial

Pf = Peso final

#### **c) Determinación de índice de madurez de la naranja criolla**

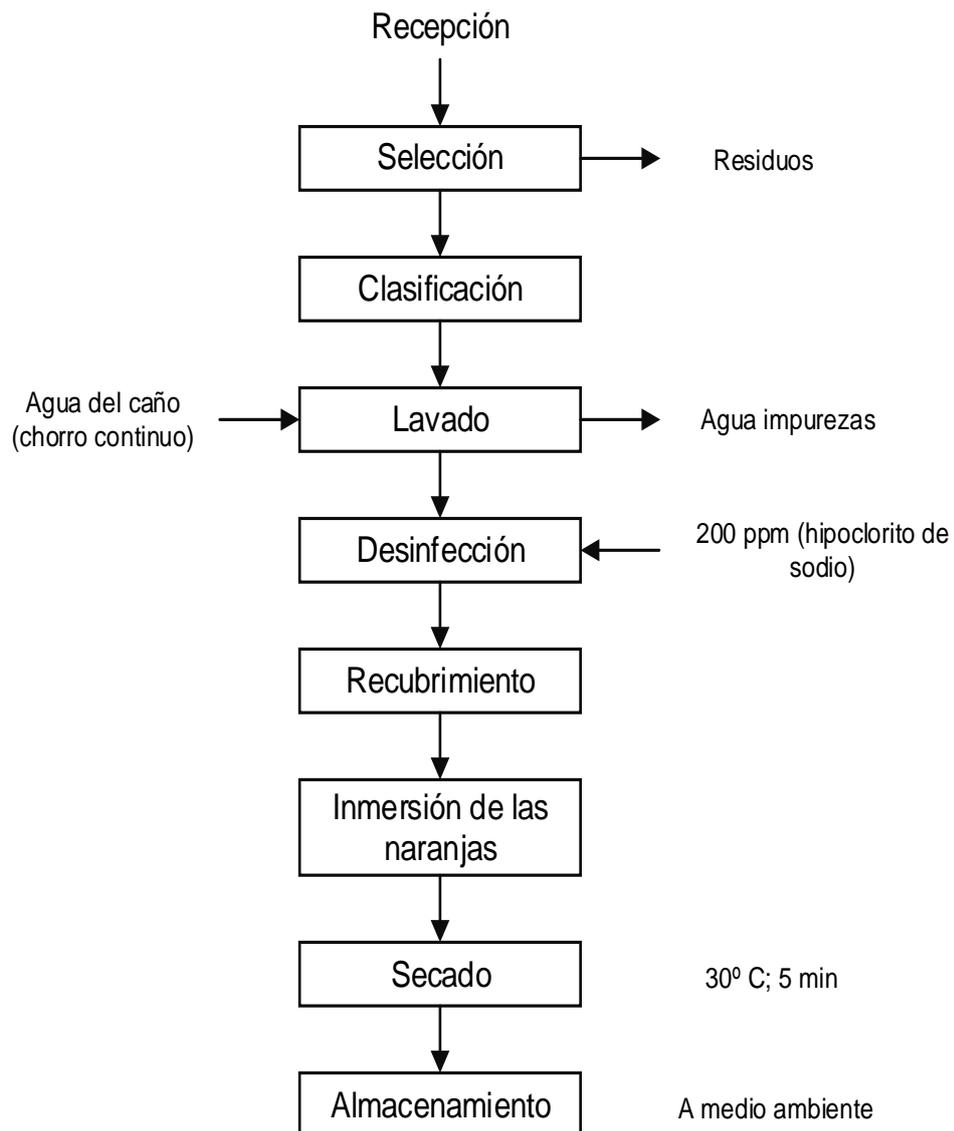
**Índice de madurez.-** El índice de madurez (I. M.) se calcula en relación entre solidos solubles totales (SST) y el porcentaje de Acidez totales titulable (ATT) (Fisher, *et al.*, 1999).

Calcular por la siguiente ecuación 02

$$I. M. = \frac{SST}{ATT} \left( \frac{\text{°Brix}}{\% \text{ acidéz}} \right) \dots\dots\dots EC. (02)$$

### **3.5. Metodología experimental**

La aplicación de la cobertura biodegradable se realizó según la metodología discreta por Sánchez (2004) modificado para esta investigación, la cual se observa en la figura 3.



**Figura 3.** Diagrama de bloque de la aplicación de cobertura biodegradable.

Descripción de la aplicación de cobertura biodegradable.

**Recepción.-** Las naranjas, fueron recibidas en cajas de polietileno la cantidad total de 300 unidades.

**Selección.-** Fueron previamente seleccionadas: en estado madurez, coloración amarillo intenso, sin daños físicos ni biológicos y de buen tamaño mediano.

**Clasificación.-** Se clasificó en función al tamaño, se trabajó con frutos medianos, con un peso aproximado de 180 a 200 g cada uno.

**Lavado.-** Las naranjas fueron sumergidas en agua potable con la finalidad de eliminar la suciedad del superficial de las naranjas.

**Desinfección.-** Las naranjas fueron desinfectadas a 200 ppm con hipoclorito de sodio en 5 litros de agua, fueron sumergidas por un minuto para eliminar los microorganismos en la superficie de la fruta.

**Recubrimiento.-** En esta etapa de operación unitaria de recubrimiento, se realizó la preparación coberturas de acuerdo la metodología (Embuscado y Huber, 2009) por tratamiento, utilizando almidón de papa y almidón de maíz.

**Inmersión.-** Las naranjas fueron sumergidas en la preparación de recubrimiento por tratamiento por un tiempo de 2 minutos, con la finalidad que logra impregnar a la superficie de la fruta uniformemente.

**Secado.-** En esta operación unitaria las naranjas recubiertas fueron secadas inmediatamente en la estufa a 30 °C por 5 minutos.

**Almacenamiento.-** Las muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente, para ser evaluadas la pérdida de peso e índice de madurez.

### **3.6. Diseño experimental y análisis estadístico**

#### **3.6.1. Diseño experimental**

Para el presente investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), para comparar dos o más tratamientos o estudiar el efecto de un factor en pérdida de peso y índice de madurez de la naranjas recubiertas con (almidón de papa y almidón de maíz) después de 20 días de almacenamiento, y los valores obtenidos de las variables de respuesta fueron sometidos a análisis estadístico (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

Por lo tanto los tratamientos para la siguiente investigación fueron:

- Porcentaje de pérdida de peso de la naranja criolla.

- Índice de madurez de la naranja criolla.

**Tabla 7.** Matriz de diseño experimental

Coberturas biodegradables de almidón								Resultados	
Días	Rept.	Con cobertura						% P. P.	I. M.
		T1	T2	T3	T4	T5	T6		
0 Día	R1	T11	T21	T31	T41	T51	T61		
	R2	T12	T22	T32	T42	T52	T62		
	R3	T13	T23	T33	T43	T53	T63		
2 Día	R1	T11	T21	T31	T41	T51	T61		
	R2	T12	T22	T32	T42	T52	T62		
	R3	T13	T23	T33	T43	T53	T63		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
20 Día	R1	T11	T21	T31	T41	T51	T61		
	R2	T12	T22	T32	T42	T52	T62		
	R3	T13	T23	T33	T43	T53	T63		

Dónde:

T1: Almidón de papa 10 %

T2: Almidón de papa 20 %

T3: Almidón de papa 30 %

T4: Almidón de maíz 10 %

T5: Almidón de maíz 20 %

T6: Almidón de maíz 30 %

% Pp.: Pérdida de peso

I. M.: Índice de madurez

R: repeticiones por cada tratamiento

### 3.6.2. Análisis estadístico

El análisis estadístico para el diseño de bloques completamente al azar, son más de dos tratamientos, que se utilizó tres repeticiones en cada tratamiento y los datos obtenidos (variable dependiente) fueron sometidos a un análisis de varianza ANOVA al 95 % de nivel de confianza propuesto por (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

$$Y_{ij} = \mu + t_i + Y_j + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, b$$

$$j = 1, 2, \dots, b$$

Donde  $Y_{ij}$  es la medición de la pérdida de peso e índice madurez  $i$  y al bloque  $j$ ;

$\mu$ : es la medida global poblacional;  $t_i$  es el efecto debido al tratamiento  $i$ ;  $Y_j$  es el efecto al bloque  $j$  y  $\varepsilon_{ij}$  es el error aleatorio atribuible a la medición  $Y_{ij}$ . Se probado los errores se distribuyen de manera normal con medio cero y varianza constante  $\sigma^2$  [ $N(0, \sigma^2)$ ], y que son independientes entre sí.

La comparación de media de tratamiento, la que nos permite comparar de los seis tratamientos cuales son diferentes entre sí. Se utiliza comparaciones o pruebas de rango múltiples se utilizó el método LSD o Fisher, ya que este método a diferencia de tukey permite detectar los errores más mínimos cometidos en un experimento. El problema es probar la igualdad de todos los posibles pares de medias con la hipótesis (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

Hipótesis estadística experimental de prueba

Por lo cual se propone las siguientes hipótesis:

#### **Para pérdida de peso**

**H<sub>0</sub>**: La aplicación de coberturas biodegradables no aminora significativamente en la pérdida peso de las naranjas criollas ( $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$ ).

**H<sub>A</sub>**: La aplicación de coberturas biodegradables aminora significativamente en la pérdida peso de las naranjas criollas ( $\mu_i \neq \mu_j$ ) para algun  $i \neq j$ .

#### **Para índice de madurez**

**H<sub>0</sub>**: La aplicación de coberturas biodegradables no retarda significativamente en el índice de madurez de naranja criolla ( $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$ ).

**H<sub>A</sub>**: La aplicación de coberturas biodegradables retarda significativamente en el índice de madurez de naranja criolla ( $\mu_i \neq \mu_j$ ) para algun  $i \neq j$ .

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Pérdida de peso de las naranjas

En la tabla 8 se observa los datos promedio obtenidos de la pérdida de peso.

**Tabla 8.** Datos obtenidos del promedio de la pérdida de peso

Días	T0	T1(10%P)	T2(20%P)	T3(30%P)	T4(10%M)	T5(20%M)	T6(30%M)
0	0	0	0	0	0	0	0
2	1.3±0.05	1.0±0.22	1.0±0.13	1.2±0.29	1.2±0.21	1.3±0.17	1.6±0.27
4	3.4±0.96	2.6±0.09	2.6±0.36	2.4±0.37	3.0±0.55	2.6±0.23	3.1±0.08
6	4.6±0.41	4.0±0.13	2.5±0.81	3.2±0.58	4.2±0.33	3.9±0.14	4.7±0.36
8	6.7±0.28	5.2±0.19	3.7±0.83	4.2±0.67	5.9±0.43	5.3±0.12	6.3±0.67
10	8.6±0.35	7.0±0.15	5.0±0.92	4.8±0.98	7.5±0.10	6.6±0.11	8.2±0.78
12	9.5±0.37	8.4±0.19	6.3±0.78	6.1±0.88	9.2±0.20	8.0±0.12	7.3±0.99
14	11.1±0.46	10.3±0.26	7.6±0.55	6.5±1.79	10.4±0.36	9.2±0.09	8.8±0.88
16	12.7±0.57	11.7±0.08	7.9±0.66	8.3±1.97	11.9±0.26	10.8±0.11	10.6±0.89
18	13.8±0.60	13.4±0.45	9.0±0.87	9.9±1.52	13.2±0.16	12.3±0.16	12.2±0.72
20	14.9±0.61	15.1±0.53	10.6±0.98	11.9±1.51	14.8±0.18	13.7±0.10	14.0±0.95

\*Media ± desviación estándar

Los valores del porcentaje de promedios de pérdida de peso de las naranjas recubiertas con coberturas de almidón de papa identificados como T1 (10%P); T2 (20%P); T3 (30%P) y a las coberturas de almidón de maíz como T3 (10%M); T4 (20%M) y T5 (30%M). Observando la desviación estándar para cada bloque y tratamiento, referente al promedio de la pérdida de peso, se evidencian que son valores relativamente pequeños por lo que afirmamos que estos valores son confiables al 95% de nivel de confianza. El recubrimiento comestible en frutas crea una atmosfera modificada en el interior de estas, reduciendo la velocidad de transpiración y retrasando el proceso de senescencia, debido a que crean una barrera semipermeable a gases como monóxido de carbono, dióxido de carbono y vapor de agua. Esto retrasa el deterioro de la fruta causado por la deshidratación, mejora las propiedades mecánicas, ayuda a mantener la integridad estructural del alimento según (Vázquez y Guerrero, 2013).

En la tabla 9 se puede observar el análisis de varianza ANOVA de pérdida de peso.

**Tabla 9.** Análisis de varianza (ANOVA) de pérdida de peso

Fuente	Suma de Cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS					
PRINCIPALES					
A:Cobertura	0.851786	5	0.170357	0.01	1.0000
B:Bloque	929.811	10	92.9811	5.30	0.0000
RESIDUOS	3191.25	182	17.5343		
TOTAL	4121.91	197			
(CORREGIDO)					

Según los resultados de análisis de varianza (ANOVA), para la pérdida de peso de las naranjas se observa en la tabla 9 se, determinándose que, entre los tratamientos de coberturas de almidón de papa y maíz, no presentaron diferencia estadísticamente significativa al 95% de nivel de confianza, por tanto, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alterna ( $H_A$ ). Para el caso de bloques (días de almacenamiento) se observa que en estas existen pérdida de peso en las naranjas con cobertura de almidón de papa y cobertura de almidón de maíz. Debido a que el resultado del análisis de varianza presentó diferencias significativas al 95% de nivel confianza, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), y se acepta la hipótesis alterna ( $H_A$ ).

En la tabla 10 se puede observar la prueba de rango múltiple de LSD para la pérdida de peso.

**Tabla 10.** Prueba de rango múltiple de LSD para la pérdida de peso.

Bloque (días)	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
0	3.88	0.987	f
18	4.78	0.987	fe
4	4.89	0.987	fed
14	5.80	0.987	fed
12	7.09	0.987	edc
10	7.21	0.987	edc
8	7.25	0.987	edc
6	7.63	0.987	dcb
16	9.24	0.987	cba
2	10.25	0.987	ba
20	10.91	0.987	a

Para probar dicha diferencia entre los tratamientos se realizó las pruebas de rango múltiples por el método LSD como se muestra en la Tabla 10, determinándose en ella seis grupos (G1, G2, G3, G4, G5 y G6) para bloques. determinándose en todos los grupos diferencias significativas al 95% de nivel de confianza en la pérdida de peso de las naranjas; siendo G1 (20, 2 y 16 días), la que presento mayor pérdida de peso; seguido de los grupos G2 (2, 16 y 6 días); G3 (16, 6, 8, 10 y 12 días); G4 (6, 8, 10, 12, 14 y 4 días); G5 (8, 10, 12, 14, 4 y 18 días) y con menor pérdida de peso G6 (14, 4, 18 y 0 días). Estos resultados determinados nos dan a entender que a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, la pérdida de peso de las naranjas presento cambios significativos. Es notorio que a los veinte días de almacenamiento ambas coberturas cumplen la función de retardar la tasa de respiración, transpiración de agua en forma de vapor, por lo tanto las coberturas de almidón de papa y maíz como un protector de barrera, haciendo un excelente alternativa para almacenar productos con atmosfera modificada y con ambiente de controladas, alargando la vida útil del alimento (Kramer, 2004), sin embargo la pérdida de peso de las naranjas es consecuencia directa de la disminución en el contenido de humedad y la difusión de vapor de agua; las coberturas sobre la superficie de las naranjas actúan como barrera a la difusión del vapor de agua, lo que

traduce en menores tasas de pérdida de humedad (maftoonnazad y Ramaswamy, 2005), sin embargo la pérdida de peso son ligeramente superiores a lo reportado por (Hanco, 2017), 2.4 % en naranja valencia con recubrimiento comercial, (López, 2015), 13.66 % en ciruela con cobertura comestible, (Achipiz et al., 2013), 32.71 % de guayaba recubiertas base de almidón en la maduración y (Loor et al., 2016), 19.8 % en naranja con agentes de recubrimiento, los resultados obtenidos son inferiores de las naranjas criollas recubiertas con coberturas de almidón de papa y almidón de maíz, sin embargo a lo determinado por (Escalante y Montalvo, 2011), 0.45 % con recubrimiento comestible de la mezcla de almidón de papa y gelatina finalmente (Contreras et al., 2012), 10 % de naranja valencia recubierta con quitosano, los cuales son inferior de los datos obtenidos del trabajo, actualmente las normas de calidad de los productos hortofrutícolas se centran en parámetros externos (forma, tamaño, defectos, heridas, además del color).

#### 4.2. Índice de madurez

Para la determinación del índice de madurez se desarrolló la relación de sólidos solubles (°Brix)/ acidez titulable en la tabla 11.

**Tabla 11.** Relación de solidos solubles (°Brix)/acidez titulable

Días	T0	T1(10%P)	T2(20%P)	T3(30%P)	T4(10%M)	T5(20%M)	T6(30%M)
0	3.44±0.84	2.47±0.09	2.30±0.16	3.33±0.29	4.93±0.44	2.21±0.15	3.66±0.24
2	3.54±0.12	3.96±0.26	3.63±0.37	4.79±0.25	3.69±1.75	3.14±0.40	3.64±0.17
4	4.65±0.20	3.79±0.14	3.86±0.12	4.32±0.01	4.26±0.30	3.57±0.15	3.23±0.09
6	4.78±0.47	3.77±0.06	4.66±0.24	4.85±0.69	3.86±0.15	3.50±0.25	4.62±0.09
8	4.93±0.11	4.94±0.29	4.04±0.64	4.76±0.34	5.00±0.46	3.91±0.44	4.66±0.18
10	5.02±0.05	5.47±0.34	5.39±0.24	5.91±0.16	4.73±0.14	3.56±0.29	3.73±0.19
12	4.70±0.42	5.57±0.94	5.67±0.28	5.02±0.80	6.57±0.42	4.44±0.20	4.12±0.59
14	4.84±0.19	5.08±0.14	6.64±0.12	6.69±0.24	5.44±0.67	4.45±0.12	5.68±2.80
16	4.81±0.12	6.74±0.18	6.56±0.27	6.90±0.15	5.09±0.22	5.66±0.43	4.55±0.16
18	4.62±0.57	7.65±0.43	7.20±0.43	7.30±0.76	6.04±0.15	6.54±0.29	6.53±0.21
20	5.13±0.43	7.78±0.24	8.39±0.59	7.89±0.22	8.94±0.80	6.47±0.32	6.98±0.74

\*Media ± desviación estándar

Los contenidos de sólidos solubles (°Brix) y acidez titulable de la naranja criolla recubierta con cobertura biodegradable, evaluados de las naranjas

almacenadas inter diarias hasta los 20 días, fueron determinados mediante el refractómetro digital y titulador de acidez, se presenta los resultados se muestra en la tabla 11.

En la Tabla 11, se presenta los valores del promedios de índice de madurez de las naranjas recubiertas con coberturas de almidón de papa identificados como T1 (10%P); T2 (20%P); T3 (30%P) y a las coberturas de almidón de maíz como T3 (10%M); T4 (20%M) y T5 (30%M). Observando la desviación estándar para cada bloque y tratamiento, referente al promedio del índice de madurez, se evidencian que son valores muy pequeños por lo que afirmamos que estos valores son confiables al 95% de nivel de confianza.

En la tabla 12 se puede observar el análisis de varianza para el índice de madurez.

**Tabla 12.** Análisis de Varianza (AOVA) para índice de madurez.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:cobertura	4.23427	5	0.846854	1.02	0.4082
B:BLOQUE	79.0014	10	7.90014	9.50	0.0000
RESIDUOS	151.348	182	0.83158		
TOTAL (CORREGIDO)	234.583	197			

Según los resultados del índice de madurez el análisis de varianza (ANOVA), se observa en la tabla 12, determinándose que, entre los tratamientos de coberturas de almidón de papa y almidón de maíz no influye, entonces hay una diferencia estadísticamente significativa al 95% de nivel de confianza, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y rechazamos la hipótesis alterna ( $H_A$ ). Para el caso de bloques (días de almacenamiento), se observa que existen diferencias estadísticas significativas sobre el índice de madurez en con coberturas de almidón de papa y almidón de maíz. Por lo que se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alterna ( $H_A$ ).

En la tabla 13 se puede observar la prueba de rango múltiple para índice de madurez.

**Tabla 13.** Pruebas de Rangos Múltiple de LSD para Índice de madurez.

BLOQUE (días de almacenamiento)	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8	3.74	0.215	e
20	4.26	0.215	ed
18	4.29	0.215	ed
0	4.40	0.215	d
10	4.58	0.215	dc
4	4.78	0.215	dcb
6	4.85	0.215	dcb
14	5.11	0.215	cb
12	5.33	0.215	ba
16	5.81	0.215	a
2	5.86	0.215	a

Para probar dicha diferencia entre los tratamientos se realizó las pruebas de rangos múltiples por el método LSD como se muestra en la Tabla 13 determinándose en ella cinco grupos (G1, G2, G3, G4 Y G5) para bloques. Determinándose en todo el grupo diferencias significativas al 95% de nivel de confianza del índice de madurez de las naranjas; siendo G1 (2, 16 y 12 días), la que presento mayor índice de madurez; seguido de los grupos G2 (16, 12 y 14 días); G3 (14, 6, 4 y 10 días); G4 (6, 4, 10, 0, 18 y 20 días) y con menor índice madurez G5 (18, 20 y 8 días). Este resultado determinado nos da a entender que a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, el índice de madurez de las naranjas presento cambios significativos, por lo que es de interés indicar que paralelamente se incrementa el porcentaje de sólidos y disminuye la acidez dando progresivamente relaciones mayores o más amplias manifestaciones del índice de madures como lo menciona Morín (1985), sin embargo Kader (1985), explica la disminución de la acidez de las frutas, sobre todo durante su maduración, señalando que los ácidos orgánicos pueden ser empleados en el proceso respiratorio o en su conversión en azúcares. La acidez del

jugo es el resultado del contenido de ácido cítrico anhidro y de las sales que se forman en el proceso de determinación.

Es así que el índice de madurez determinados por (Hanco, 2017), naranja valencia 11.48 °Brix/0.28 acidez, (Achipiz *et al.*, 2013), guayaba recubierta a base de almidón 0.83 °Brix/0.67 acidez, (Loor *et al.*, 2016), 9.1% de naranja criolla almacenadas con agentes recubrimientos , (López, 2015) 15.37% de ciruela con cobertura comestible a base de almidón de maíz y (Trujillo *et al.*, 2011) 16.6% de mango con coberturas de almidón de papa, los resultados obtenidos son superiores de este trabajo de investigación.

## CONCLUSIONES

La determinación la pérdida de peso de la naranja criolla con cobertura de almidón de papa y almidón de maíz se observa para todo que no se aminora significativamente ( $P - \text{Valué} < 0.05$ ) en la conservación de la naranja criolla a temperatura ambiente a los 20 días de almacenamiento y el tratamiento con 20 % de almidón de papa y 20 % de almidón de maíz existe una menor aminoración de la pérdida de peso durante el tiempo de almacenamiento para el caso de hipótesis alterna.

Los resultados obtenidos con cobertura de almidón de papa y almidón de maíz retarda significativamente ( $P - \text{Valué} < 0.05$ ) en el índice de madurez de la naranja criolla a temperatura ambiente de almacenamiento y el tratamiento de almidón de maíz a diferentes porcentajes retiene las reacciones enzimáticas manteniendo su textura de la naranja durante los 20 días de almacenamiento, mientras con almidón de papa existe menor retención de reacciones enzimáticas en la conservación, para el caso de hipótesis alterna.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar ensayos con coberturas biodegradables de almidón de papa y almidón de maíz adicionando otros agentes plastificantes, que permitan extender la vida útil y manteniendo la calidad fisicoquímico de la naranja.

Elaborar y evaluar coberturas biodegradables a partir de otras fuentes de almidón nativo en frutas climatéricas.

Fomentar mayor investigación de coberturas biodegradables con almidón de papa en diferentes frutas climatéricas para su mayor conservación, para incrementar el mercado de papa ya que se produce en mayor cantidad en nuestra provincia Andahuaylas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achipiz S., castillo E., Mosquera A., hoyos J., y navia D. (2013). *Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración de la guayaba (Psidium guajava)*, Ingeniera Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Popayán. Cauca. Colombia.
- Aguilar, M. (2005). *Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate*. Tesis de Maestro en Tecnología Avanzada. Instituto Politécnico Nacional México.
- Aldana, H. (2001). *Enciclopedia Agropecuaria de Producción Agrícola*. 2da ed. Colombia p 268-269.
- Altisent, M., y Ramos, F. (2001). *Medida de la calidad interna de frutas y hortalizas*, en línea. Vida rural, (134), 48-50.
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC) (1990). *Métodos oficiales de análisis*. Washington, DC, Estados Unidos: 14 Ed. S. Williams (ed.). Asociación de Químicos Analíticos p. 141.
- Avilla, J. (2013). *Clasificación y propiedades de la Naranja (Citrus x sinensis)*.
- Ayala, N. y Benavente, N. (2011). *Orientaciones técnicas para la cosecha y manejo poscosecha de la naranja*. Agencia española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). Madrid p. 25.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. Cuarta edición. Pearson Educación. Ciudad de México, México.
- Barrios, R., Tejada, L., Tarón, A. y Villabona, A. (2007). *Aprovechamiento del ñame espino (dioscorea rotundata) en la producción de bioplástico*. Cartagena, CO. 69, 70-71 p.
- Bataller, M., Cruz, S. y García, M. (2010). *El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas*. CUB. Revista Ciencias Biológicas.

- Campos, C., Gerschenson, L. y Flores, S. (2011). *Desarrollo de películas y recubrimientos comestibles con actividad antimicrobiana*. Food Bioprocess Technol. 4 (6): p. 849-875.
- Castillo, A. y Iñiguez, A. (2011). *Obtención del ácido láctico a partir del almidón de papa (Solanum tuberosum L), como materia prima para la fabricación de material descartable biodegradable*. Tesis Ing. Amb. Cuenca, EC. Universidad Politécnica Salesiana: Sede Cuenca. 61-62 p.
- Charlie, H. Sandoval, B. (2001). *Tecnología de Alimentos y respiración de los frutos*. México. 2 ed .p. 67.
- Contreras, A., Pérez, M., Salvador, A., Bermejo, A. y Rojas, C. (2012). *Calidad fisicoquímica, sensorial y nutricional de naranjas cv. Valencia recubiertas con quitosano*, publicado como artículo en Agro ciencia 46: 441-453.
- Crochon, S., Lee, M. y Col, T. (2007). *Eventos fisiológicos asociados a la madurez y calidad de los frutos cítricos en Cuba y su relación con los productos transformados de la industria*.
- Correa, R. y Faria, J. (1999). *Factores que influyen en la cualidad de la naranja*. Sociedad Brasileira de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- Domene, R. y Segura, R. (2014). *Parámetros de calidad externa en la industria agroalimentaria*. En: Ficha de transparencia, Cajamarca. Disponible en: <http://www.fundacioncajamar.es/pdf/bd/comun/transferencia/003-calidad-externa-1401191044.pdf>. Ultima consulta en junio, 2017.
- Embuscado, M. y Huber, K. (2009). *Películas y revestimientos comestibles para aplicaciones alimentarias*. Springer Dordrecht Heidelberg Londres Nueva York.
- Escalante y Montalvo (2011). *Efecto del recubrimiento comestible formulado con mezcla de almidón de papa (Solanum tuberosum) y gelatina para prolongar la vida útil de la fresa (Fragaria vesca)*, Universidad

Nacional del Santa facultad de ingeniería escuela académico profesional de ingeniería agroindustrial, nuevo Chimbote – Perú.

Espinoza, M. (2005). *Origen de las naranjas y caracterización* (En línea). Consultado, 31 de ene. 2013. Formato PDF.

Fisher, G, et al., (1999). *Calidad y madurez de la uchuva (Physalis peruviana L.) en relación con la coloración del fruto*. Agronomía Colombiana.

García, M., Pinotti, A., Martino, M. y Zaritzky, N. (2009). *Characterization of Starch and Composite Edible Films and Coating. Edible Films and Coatings for Food Applications*. Editores: Embuscado M. y Huber K. Pg. 169- 210.

Gonzalo F., y Salaya G. (2004). *Madurez de la fruta y manejo poscosecha*. Pontificia Universidad Católica de Chile: Segunda edición, impresión Salesianos.

Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México: McGraw-Hill.

Guadrón E. (2013). *Diseño y desarrollo del proceso para la extracción de almidón a partir de quineo majoncho verde (Musa sp. Variedad cuadrado), para su uso en la industria de alimentos*. Universidad de el Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Centro de América.

Hanco M. (2017). *Elaboración de un recubrimiento comestible y su comparación con recubrimiento comercial aplicado en naranja (Citrus sinensis) valencia*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú.

Hernández, J., Ruiz, J. y Rodríguez, A. (2011). *Efecto de recubrimiento con quitosano y cera comercial en la calidad de naranja „valencia“ durante el almacenamiento*. MEX. Revista Ciencias de América Latina.

INFOAGRO, (2003). *Agroalimentación la Naranja Cultivo y Manejo de la Naranja el Cultivo de las Naranjas*. Formato HMTL.

- Kader, A. (2008). *Enfriamiento de frutas cítricas en diferentes dimensiones*. California, EE UU. Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha. Vol. 5. p 3.
- Lacomte (2011). Determinación de grados Brix en una disolución acuosa de sacarosa por refractometría. (En línea). CRC.
- Locaso, E., Cruañes, C., Velazque, S., Pisonero, O., Gerard, A. y Terenzano, I. (2007). *Conservación de naranjas con un recubrimiento formulado con terpenos obtenidos a partir de (Pinus elliotis)*, Facultad de Ciencias de la Alimentación, Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER).
- López, J. (2015). *Efecto de la concentración de aceite esencial de canela (Cinnamomum zeylanicum blume) en la cobertura comestible y el tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas en ciruelas (Spondias purpurea)*. Trujillo-Perú: Universidad César Vallejo Facultad de Ingeniería Trujillo Perú.
- Loor K., Mesías W., Prado J., Molina, A. y Montesdeoca, M. (2016). *Evaluación postcosecha de naranjas almacenadas con agentes de recubrimiento*, Facultad Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Vía San Mateo S/N-Manta, Ecuador.
- Mafftonazad, N. y Ramaswamy, H. (2005). *Extensión de la vida útil de la postcosecha de aguacates con revestimiento a base de metilcelulosa*. Departamento de Alimentos Ciencia, Universidad McGill, Campus Macdonald, 21, 111 Lakeshore Ste- Anne-de-Bellevue, PQ Canadá H9X 3V9.
- Martínez, D., Alburqueque, N., Valverde, J., Guillén, F., Castillo, S. Valero, D. y Serrano, M. (2005). *Desarrollo de películas y recubrimientos comestibles con antimicrobiano Calidad de cereza dulce poscosecha y mantenimiento de seguridad por tratamiento de aloe vera: un recubrimiento*. Biología y Tecnología Poscosecha 39: pag. 93-100.

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) (2017). *La cadena de cítricos en Colombia*. Una mirada global de su estructura y dinámica. 1992-2005. Bogotá, pg. 44-49.
- Moreira, G. y Intriago, V. (2014). *Evaluación de pérdidas poscosecha de naranja (citrus sinensis) producidas en la parroquia membrillo y comercializadas en el mercado del cantón bolívar*. Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Morillon, V., Debeaufort, F., Blond, G., Capelle, M. y Voilley, A. (2002). *Factors affecting the moisture permeability of lipid based edible films: a review*. Critical Review Food Science and Nutrition 42: 67-89.
- Océano, (2005). *Enciclopedia práctica de la Agricultura y la Ganadería, cuarta parte arboricultura*. 3 Ed. España. p 642.
- Olivas, G. y Barbosa, G. (2005). *Edible coatings for fresh-cut fruits*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition pg. 657-670.
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) (2013). *Estudio de factibilidad para el establecimiento de una planta de acopio de naranja en el departamento de Rivas, Nicaragua*.
- Pérez, B., Bringas, E., Saucedo E., Núñez, M. y Báez, R. (2003). *Efecto del uso de cera comestible en las características físico-Químicas de melón Cantaloupe*.
- Quinza, G. y López, M. (1978). *Índice de madurez de los frutos cítricos*. Hojas divulgadoras. Del servicio de extensión Agraria. Núm. 25.
- Rahman, S. (2003). *Manual de conservación de los Alimentos*. 2 Editorial Acribia, S.A. Zaragoza-España.
- Ritenour, G. (2004). *Efecto de recubrimiento con quitosano y cera comercial en la calidad de naranja „valencia“ durante el almacenamiento*. MEX. Revista Ciencias de América Latina.
- Rojas, M., Tapia, M., Rodríguez, F., Carmona, A. y Martín, O. (2007). *Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning*

*agents applied on fresh-cut Fuji apples*. Food Hydrocolloids, 118–127.

Russián, T. (2006). *Calidad del fruto en accesiones de naranja 'Criolla' y 'Valencia' en el sector Macanillas Curimagua*, Revista UDO Agrícola 15-20. 2009.

Sánchez, Y. (2004). *Efecto de la aplicación de coberturas biodegradables y la temperatura sobre el color, firmeza, pérdida de peso y la aceptabilidad general en la palta (Persea Americana Mill) variedad fuerte, durante el almacenamiento*. Trujillo-Perú: Universidad Privada Antenor Orrego Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

Schvab, C., Ferreyra, M., Gerard, M. y Davies, C. (2013). *Parámetros de calidad de jugos de naranja entrerrianas*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 85-92 p.

Singh, K. y Reddy, B. (2006). *Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit*. Journal of Food Engineering 73(2): 112- 120 p.

Soliva, R. y Martin, O. (2001). *Envasado de alimentos mediante recubrimientos comestibles*. Alimentaria, septiembre 2011.

Sugai, A. (2002). *Composicion química de naranjas criollas (citrus sinensis)*. Guayaquil, EC. Revista tecnológica Espol. Vol. 23., Pg. 39-40.

Trujillo, Y., Pérez, J. y Durán, D. (2012). *Empleo de recubrimientos comestibles con base en almidón de papa y yuca en la conservación del mango cv. Zapote*. Revista Alimentech 5-17.

Vargas, M. Pastor, C. Chiralt, A. Mc Clements, D. González-Martínez, C. (2008). *Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 48: 496-511.

Vargas, B. (2012). *Determinación de la acidez en frutas cítricas por medio de Titulación*. Consultado el 16 de agosto. 2016. Formato PDF.

- Vásquez S. (2008). *“Naranja, Estudio Agroindustrial en el Ecuador: Competitividad de la Cadena de Valor y Perspectivas de Mercado”*. Programa Integrado entre el Ministerio de Industrias y Competitividad y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Quito- Ecuador , pg. 278-289.
- Vásquez, A. y Guerrero, J. (2013). Recubrimiento de frutas con biopelículas. Universidad de las Américas pueblo, México.
- Wales, J. Sanger, L. (2001). [www.wikipedia.org/wiki/Quinua#cite\\_note-0](http://www.wikipedia.org/wiki/Quinua#cite_note-0). Obtenido de [www.wikipedia.org/wiki/Quinua#cite\\_note-0](http://www.wikipedia.org/wiki/Quinua#cite_note-0): Enciclopedia.
- Zhong, Q. y Xia, W. (2008). *Physicochemical properties of chitosanbased films. Food Tec.*

# **ANEXO**

**Datos obtenidos de las naranjas criollas recubiertas con coberturas biodegradables.**

**Anexo 1.** Datos de pérdida de peso recubierto con coberturas de almidón de papa y maíz.

días	Repet.	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
0 Día	R1	145.66	153.13	143.29	146.48	163.56	163.86	158.76
	R2	164.54	150.57	165.20	146.79	161.84	160.66	142.81
	R3	182.88	153.31	175.95	143.12	173.35	168.56	154.67
2 Día	R1	143.73	152.97	142.97	143.95	161.70	161.89	156.83
	R2	162.49	148.65	163.65	144.43	159.46	157.86	141.33
	R3	180.41	151.81	173.81	139.76	171.65	166.08	151.76
4 Día	R1	141.83	149.47	141.21	140.75	159.80	159.11	154.04
	R2	160.33	145.68	161.77	141.09	156.07	154.55	138.29
	R3	177.76	148.37	171.03	137.53	168.15	163.73	149.75
6 Día	R1	138.57	148.01	138.83	138.91	157.64	157.54	152.74
	R2	157.99	143.96	159.65	139.47	154.96	152.88	135.97
	R3	174.15	146.36	168.76	135.76	165.96	161.09	147.64
8 Día	R1	136.12	145.83	136.41	137.42	155.39	155.16	150.71
	R2	154.73	138.76	157.49	136.92	152.38	150.70	133.26
	R3	171.27	141.73	166.09	133.59	163.34	159.10	145.79
10 Día	R1	133.67	141.02	133.30	135.41	152.12	153.72	148.77
	R2	152.12	136.62	156.67	134.99	149.63	148.52	131.09
	R3	168.09	139.61	163.02	131.15	160.99	156.23	142.74
12 Día	R1	132.26	139.40	131.40	132.58	150.22	151.64	146.99
	R2	150.63	134.62	153.85	133.19	148.00	145.55	128.18
	R3	166.25	137.72	161.03	129.73	158.70	153.08	141.68
14 Día	R1	130.67	137.05	129.84	130.88	148.62	148.85	144.86
	R2	148.96	133.02	151.42	131.71	146.64	143.92	126.57
	R3	164.17	136.18	159.41	127.53	157.27	150.39	139.78
16 Día	R1	128.73	135.17	127.65	128.51	146.40	146.34	142.39
	R2	147.10	131.82	148.50	129.68	144.81	141.76	124.41
	R3	161.91	135.11	157.02	125.06	155.37	149.48	136.38
18 Día	R1	124.35	133.61	124.84	126.62	144.52	144.15	140.48
	R2	143.61	129.00	145.77	127.93	143.20	139.97	122.38
	R3	158.26	132.32	156.86	123.98	153.76	146.49	134.44
20 Día	R1	121.09	131.79	121.80	124.54	142.31	141.69	138.35
	R2	140.20	126.90	142.81	125.02	141.28	137.98	120.00
	R3	155.72	130.33	152.50	121.78	151.85	144.54	130.50

**Anexo 2.** Datos del índice de madurez con coberturas de almidón de papa y maíz.

días	Índice de madurez						
0 días	4.31	4.52	6.00	5.30	2.17	4.50	3.83
	2.31	4.54	6.43	5.29	2.26	4.91	3.39
	3.70	4.37	6.55	5.04	2.48	5.38	3.77
2 días	3.65	3.97	4.96	4.52	4.00	8.70	3.84
	3.37	3.70	4.92	3.72	3.27	5.87	3.58
	3.59	4.21	4.50	4.18	3.61	5.50	3.52
4 días	4.84	3.90	4.33	3.48	3.76	4.57	3.33
	4.37	3.84	4.31	3.75	3.83	3.97	3.18
	4.73	3.63	4.33	3.48	4.00	4.23	3.18
6 días	4.83	3.71	4.60	3.46	4.74	4.03	4.52
	4.19	3.83	4.32	3.77	4.85	3.79	4.68
	5.33	3.76	5.64	3.28	4.38	3.76	4.65
8 días	4.78	5.24	5.09	3.75	6.75	4.96	4.46
	4.96	4.67	4.79	3.58	5.86	4.56	4.76
	5.04	4.91	4.41	4.41	5.50	5.48	4.77
10 días	5.07	5.26	4.80	3.81	5.67	4.76	3.53
	5.03	5.86	4.83	3.25	5.21	4.85	3.77
	4.96	5.29	5.09	3.64	5.30	4.57	3.90
12 días	4.60	5.63	4.21	3.47	6.00	6.30	3.45
	4.25	6.48	5.04	3.22	5.55	6.35	4.58
	5.26	4.61	5.81	3.61	5.48	7.05	4.32
14 días	4.59	4.96	4.42	4.39	5.77	6.18	5.75
	4.89	5.04	4.87	4.38	5.61	5.26	4.92
	5.04	5.24	4.79	4.59	5.55	4.88	4.80
16 días	4.89	5.55	4.07	5.30	4.88	6.85	4.39
	4.52	5.90	3.81	5.55	4.42	7.28	4.71
	5.04	5.77	3.81	6.14	4.38	7.14	4.54
18 días	3.85	5.91	6.32	6.81	5.04	5.91	4.46
	4.83	5.88	5.52	6.24	5.65	6.20	4.76
	5.19	5.15	7.05	6.57	5.86	6.00	4.36
20 días	4.54	6.67	4.70	5.56	4.88	5.58	5.73
	5.32	6.62	5.14	5.11	6.05	5.37	4.25
	5.54	7.05	4.83	5.73	5.24	6.86	4.89

**Anexo 3. Imágenes.**



**Imagen 1.** Almidón de papa y maíz.



**Imagen 2.** Sorbitol y glicerina.



**Imagen 3.** Naranjas en caja.



**Imagen 4.** Naranja en selección.



**Imagen 5.** Naranjas lavadas.



**Imagen 6.** Naranjas almacenadas.



**Imagen 7.** Naranjas recubiertas.



**Imagen 8.** Naranjas almacenadas.



**Imagen 7.** Analizando °Brix.



**Imagen 8.** Analizando °Brix y acidez.

**Anexo 4. Matriz de consistencia.**

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALORES ESC.	DISEÑO DE MÉTODO	INSTRUMENTO
<b>Problema General:</b> ¿Cuál es la influencia de la aplicación de coberturas biodegradables en la pérdida de peso e índice de madurez de la naranja criolla ( <i>Citrus cinensis</i> )?	<b>Objetivo General:</b> Evaluar la influencia de la aplicación de coberturas biodegradables en la pérdida de peso e índice de madurez de naranja criolla ( <i>Citrus cinensis</i> ).	<b>Hipótesis General:</b> La influencia de la aplicación de coberturas biodegradables influye en la pérdida de peso y aminora el comportamiento del índice de madurez en naranja criolla ( <i>Citrus cinensis</i> ).	<b>Variable independiente</b> Almidón de papa y maíz	Es un polímero de los carbohidratos	Materiales	Almidón de papa	Gramos	Experimental	balanza digital
					Materiales	Almidón de maíz	Gramos	Experimental	Balanza digital
<b>Problemas Específico:</b> ¿Cuál es la influencia de la aplicación de coberturas biodegradables en la pérdida de peso de la naranja criolla ( <i>Citrus cinensis</i> )?	<b>Objetivo Específico:</b> Determinar la influencia de la aplicación de coberturas biodegradables sobre la pérdida de peso de la naranja criolla ( <i>Citrus cinensis</i> ).	<b>Hipótesis Específico:</b> La influencia de la aplicación de coberturas biodegradables aminora la pérdida de peso de naranja criolla ( <i>Citrus cinensis</i> ).	<b>Variable independiente</b> Pérdida de peso	Se refiere a la disminución de agua	Análisis de peso	%	% de pérdida de peso	Experimental	Balanza digital
<b>Problema Específico:</b> ¿Cuál es la influencia de la aplicación de coberturas biodegradables sobre el índice de madurez de la naranja criolla ( <i>Citrus cinensis</i> )?	<b>Objetivo Específico:</b> Determinar la influencia de la aplicación de coberturas biodegradables sobre el índice de madurez en naranja criolla ( <i>Citrus cinensis</i> ).	<b>Hipótesis Específico:</b> La influencia de la aplicación de coberturas biodegradables retarda el índice de madurez en la naranja criolla ( <i>Citrus cinensis</i> ).	<b>Variable independiente</b> Índice de maduración	Es la etapa de senescencia		Sólidos solubles °Brix	% de azúcar	Experimental	Registro de datos
					Análisis de índice de madurez	Acidez titulable	% de acidez	Experimental	Registro de datos