

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Aplicación de Recubrimientos Biodegradables de Almidón de Yuca y Gelatina con Aceite Esencial de Orégano para la Conservación de Papayas a Temperatura Ambiente”

**INFORME DE PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIEROS DE ALIMENTOS**

Presentado por:

Stalin Boanerges Pinargote Zavala

Marcos Dennis Gálvez Encalada

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

## **AGRADECIMIENTO**

A la vida por permitirme llegar a este momento y por brindarme la inteligencia, la fortaleza y sobre todo la voluntad para ayudarme a alcanzar mis metas.

A mis padres Stalin y Zenaida los cuales me dieron la vida y me han estado ayudando mucho durante todos estos años, su paciencia e incondicionalidad fueron mi impulso para terminar esta etapa de mi vida profesional, son los mejores y los amo mucho. También a mis hermanos Edison y Christian y a que con su ayuda me hicieron posible llegar a esta meta.

A mis compañeros de trabajo que me han permitido proseguir en la realización de esta tesis.

A mi abuelita Adelina que desde el cielo está guiando cada uno de los pasos que estoy dando y que seguiré dando. Además a mis tíos que sé que se alegran mucho por este logro obtenido.

A mis amigos los cuales me han apoyado mucho con sus consejos y sus conocimientos durante la realización de esta tesis.

Este agradecimiento especial es para la Dra. Sandra Acosta la cual nos ha sabido guiar y nos ha tenido mucha paciencia hasta alcanzar nuestra más ansiada meta.

A todos ustedes mis más sinceros agradecimientos.

**Stalin**

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir, por ser mi guía en todos los momentos de mi vida y por permitirme terminar con éxito mi carrera universitaria.

A mis padres por ser el eje fundamental en mi formación integral como ser humano, sus consejos sesudos y su apoyo en los buenos y malos momentos ha sido clave para poder seguir adelante en esta vida.

A mis hermanos que con su apoyo y comprensión se convirtieron en pilar fundamental para la realización de este proyecto.

**Marcos**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Stalin y Zenaida y a mis hermanos Edison y Christian los cuales me han tenido paciencia, confianza y sobre todo demostrado mucho amor durante todos estos años.

A mi abuelita Adelina a la cual no pude tener a mi lado en estos momentos tan felices pero sé que donde estás, estás feliz por este logro alcanzado.

También a mi abuelita paterna Blanca y a mis tíos que sé que están muy contentos por alcanzar esta meta, finalmente lo conseguí.

**Stalin**

## DEDICATORIA

Este proyecto de graduación es el resultado del esfuerzo, dedicación y sacrificio de quienes formamos parte de la misma, millón gracias a Stalin Pinargote por formar parte de él, y a Dios por darnos sabiduría en la consecución de todo este trabajo.

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional y ser un ejemplo a seguir en esta vida, me enseñaron a luchar por mis ideales, tratar de buscar siempre lo mejor para mí y que lo que realmente tiene valor en esta vida se debe a un gran sacrificio y eso es nuestro proyecto.

**Marcos**

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Ing. Jorge Duque R.  
DECANO DE LA FIMCP

---

PhD. Sandra Acosta D.  
DIRECTORA DEL PROYECTO  
DE GRADUACIÓN

---

Msc. Haydeé Torres C.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente Proyecto Final de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Stalin B. Pinargote Zavala

---

Marcos D. Gálvez Encalada



## RESUMEN

En este trabajo se elaboró una emulsión en presentación de films, una cobertura biodegradable comestible antimicrobiana, a base de almidón de yuca, gelatina de bovino en proporción 50:50, glicerol como plastificante y aceite esencial de orégano como antimicrobiano, la misma que fue aplicada en papayas (*Carica papaya*).

Este ensayo se realizó aplicando la emulsión mediante la técnica de spray sobre la superficie de las papayas. Con los resultados obtenidos, se demostró la eficiencia del film, como barrera al ataque de los microorganismos patógenos, característicos de la papaya en post-cosecha como son los hongos: el *Colletotrichum gloeosporioides* (CG) y el *Fusarium oxysporum* (FOG), inhibiendo el desarrollo de los mismos al ser inoculados sobre la superficie de la papayas. Además se demostró la efectividad del mismo retrasando la senescencia de la fruta. Se realizaron pruebas de calidad en las papayas los análisis de textura, grados brix, acidez y humedad a dos tiempos inicial y final, se comprobó que con los datos obtenidos la papaya se mantuvo hasta los 11 días sin cambios que determinarán su descomposición, lo que se traduce en una reducción del factor de deterioro en el tiempo de vida útil de la fruta.

Finalmente se comprobó mediante evaluación sensorial con personas denominadas catadores no entrenados, la aceptación o rechazo de la fruta

con la cobertura, donde se determinó que no presentó ningún sabor extraño.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ABREVIATURAS .....	vi
SIMBOLOGÍA.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES DE LA POST-COSECHA DE PAPAYA.....	2
1.1. Fisiología post-cosecha de la papaya .....	9
1.2. Almacenamiento post-cosecha de papaya.....	19
1.3. Empleo de recubrimientos biodegradables en la conservación de productos frescos.....	21
1.4. Técnicas de aplicación y formación de películas .....	28
 CAPÍTULO 2	
2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
2.1. Materiales y equipos .....	31
2.2. Variables para las pruebas experimentales.....	35
2.3. Metodología .....	36
2.4. Control de calidad .....	38

2.5. Elaboración de la película a base de polisacáridos .....	46
2.6. Caracterización de la película a base de polisacáridos .....	47
2.7. Aplicación de películas en los frutos .....	48
CAPÍTULO 3	
3. DATOS OBTENIDOS DE LOS EXPERIMENTOS .....	56
3.1. Caracterización de la papaya con recubrimiento a base de polisacáridos .....	56
3.2. Pérdida de peso .....	56
3.3. Cambios de la Humedad.....	62
3.4. Cambios de Sólidos Solubles.....	63
3.5. Cambios de Acidez .....	64
3.6. Cambios en la Firmeza .....	66
3.7. Cambios en el color .....	68
3.8. Resultados microbiológicos.....	77
3.9. Evaluación sensorial .....	84
CAPÍTULO 4	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
ANEXOS	
BIBLIOGRAFÍA	

## ABREVIATURAS

PDA:	Agar patata dextrosa.
cm:	Centímetros.
CR:	Con recubrimiento.
CG:	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .
CO <sub>2</sub> :	Dióxido de Carbono.
USD:	Dólares americanos.
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> :	Etileno.
FOG:	<i>Fusarium oxysporum</i> .
°C:	Grados centígrados.
g:	Gramos.
Has:	Hectáreas.
NaOH:	Hidróxido de Sodio.
h:	Hora.
HR:	Humedad relativa.
Kg:	Kilogramos.
KPa:	Kilopascal.
psi:	Libra sobre pulgada cuadrada (unidad de fuerza)
l:	Litro.
µl:	Microlitro.

mg:	Miligramo.
mm:	Milímetros.
Ne:	Newton (unidad de fuerza).
N:	Normalidad.
O <sub>2</sub> :	Oxígeno.
pH:	Potencial hidrógeno.
rpm:	Revoluciones por minuto.
SR:	Sin recubrimiento.
Tm:	Toneladas métricas.

## SIMBOLOGÍA

%:	Por ciento.
>:	Mayor que.
<:	Menor que.
±:	Más menos.

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Papaya variedad Tainung 1 .....	5
Figura 1.2. Papaya variedad Maradol Amarilla .....	5
Figura 1.3. Papaya variedad Hawaiian Solo Sunrise .....	6
Figura 1.4. Afectación de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> sobre la superficie de una papaya .....	16
Figura 1.5. Podredumbre por <i>Fusarium oxysporum</i> en papaya .....	17
Figura 1.6. Podredumbre por <i>Phomopsis sp.</i> en papaya .....	18
Figura 1.7. Podredumbre por <i>Mycosphaerella sp.</i> en papaya .....	18
Figura 2.1. Grados de Madurez de la Papaya Maradol.....	36
Figura 2.2. Texturómetro Brookfield® CT3 .....	46
Figura 2.3. Observación microscópica del hongo <i>Colletotrichum</i> <i>gloeosporioides</i> .....	51
Figura 2.4. Observación microscópica del hongo <i>Fusarium oxysporum</i> .....	51
Figura 2.5. Manchas piel papaya sin protección por <i>Colletotrichum</i> <i>gloeosporioides</i> .....	52
Figura 2.6. Manchas piel papaya sin protección por <i>Fusarium oxysporum</i> ....	53
Figura 2.7. Hoja de Campo Aceptación – Rechazo evaluación sensorial.....	54
Figura 3.1. Aparición de hongos en papayas sin recubrimiento con respecto al tiempo en días .....	77



Figura 3.2. Aparición de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> en papayas con recubrimiento inoculadas por incisión .....	79
Figura 3.3. Aparición de <i>Fusarium oxysporum</i> en papayas con recubrimiento inoculadas por incisión .....	80
Figura 3.4. Aparición de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> en papayas recubiertas frotadas superficialmente.....	81
Figura 3.5. Aparición de <i>Fusarium oxysporum</i> en papayas recubiertas frotadas superficialmente .....	82
Figura 3.6. Halo formado por <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	83
Figura 3.7. Halo formado por el hongo <i>Fusarium oxysporum</i> .....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Composición general de la papaya fresca madura.....	6
Tabla 1.2. Manejo de temperaturas post-cosecha en papayas .....	20
Tabla 3.1. Pesos papayas sin recubrimiento con respecto al tiempo .....	57
Tabla 3.2. Pesos papayas con recubrimiento con respecto al tiempo .....	58
Tabla 3.3. Porcentaje humedad papayas sin recubrimiento.....	62
Tabla 3.4. Porcentaje humedad papayas con recubrimiento.....	63
Tabla 3.5. Grados Brix en papayas sin recubrimiento.....	64
Tabla 3.6. Grados Brix en papayas con recubrimiento.....	64
Tabla 3.7. Acidez total en papayas sin recubrimiento .....	65
Tabla 3.8. Acidez total en papayas con recubrimiento .....	65
Tabla 3.9. Textura (N) papayas sin recubrimiento.....	67
Tabla 3.10. Textura (N) papayas con recubrimiento .....	68
Tabla 3.11. Cambio de coloración en papayas sin recubrimiento con respecto al tiempo.....	69
Tabla 3.12. Cambio de coloración en papayas sin recubrimiento escala Pantone®.....	69
Tabla 3.13. Cambio de coloración en papayas sin recubrimiento escala coordenadas CIE L*a*b* .....	70
Tabla 3.14. Cambio de coloración en papayas con recubrimiento con respecto al tiempo en Escala Pantone.....	73

Tabla 3.15. Cambio de coloración en papayas con recubrimiento con respecto al tiempo en Escala Pantone® .....	73
Tabla 3.16. Cambio de coloración en papayas con recubrimiento con respecto al tiempo en escala coordenadas CIE L*a*b* .....	74
Tabla 3.17. Medición diámetro halos formados por CG y FOG .....	83
Tabla 3.18. Resultados prueba aceptación – rechazo en papaya madura sin recubrimiento.....	85
Tabla 3.19. Resultados prueba aceptación – rechazo en papaya madura con recubrimiento .....	86

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se busca la manera de alargar el tiempo de vida útil en frutas principalmente en el campo de la exportación de los mismos, por este motivo, en los últimos años se han estado recubriendo estas frutas con químicos (principalmente polímeros) para ayudar a su preservación y alargamiento de su vida útil. Sin embargo, dado al impacto que los desechos de estos polímeros tienen sobre el medio ambiente se está abriendo campo para los recubrimientos biodegradables o “comestibles” dado a su facilidad de manejo, bajo costo y a que no representan un impacto significativo con el medio ambiente ni en las características organolépticas de los consumidores.

Los componentes de la emulsión sobre una fruta tan perecedera como la papaya nos ayudarán a observar el comportamiento de sus características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas y determinar si dicho recubrimiento tiene algún efecto de mejora significativa con respecto a las papayas que no tienen ningún tratamiento.

Se espera que con la aplicación de este recubrimiento se alargue el tiempo de vida útil en comparación con las demás muestras además de comprobar el efecto antimicrobiano del film sobre la fruta y sobre los microorganismos inoculados.

# **CAPÍTULO 1**

## **1. GENERALIDADES DE LA POST-COSECHA DE PAPAYA.**

La producción y cosecha de frutos que presenten apariencia y atributos de calidad deseados, se consigue con una buena selección de prácticas desde la etapa de producción en el campo. El manejo posterior a la cosecha tiene por objeto conservar la calidad que se obtiene en el campo hasta el mercado y el consumidor final, en donde los factores más importantes en el almacenamiento de esta fruta son la humedad y la temperatura a que se someten una vez cosechados [30].

Las tendencias actuales en los consumidores muestran su intención de adoptar un estilo de vida más sano y un interés creciente en experimentar nuevos sabores; por eso se están inclinando al consumo de fruta fresca natural en general libre de aditivos, como conservantes para su consumo, y por este motivo hay una necesidad imperiosa de conservar las frutas frescas en su estado natural [31].

### **Características de la Papaya.**

Pertenece a la familia de las Caricáceas. Es una baya ovalada, oblonga, casi cilíndrica, ranurada lateralmente en su parte superior, que puede alcanzar gran tamaño. De piel fina color verde amarillento, amarillo o anaranjado cuando madura, es carnosa, jugosa, dulce, suave y su pulpa, anaranjada de textura mantecosa con pequeñas semillas redondas de color negro brillante en su interior. La papaya con un color más rojizo de carne suele resultar más sabrosa. Para este estudio se utilizaron muestras que son de 25 - 30 cm de longitud y 7 – 15 o más cm de ancho, su peso suele estar entre los 2 - 3 Kg, aunque existen ejemplares que pueden llegar hasta 5 Kg y variedades más pequeñas en torno a los 300 - 400 g. La papaya es un fruto climatérico, cuya maduración ocurre rápidamente poco después de la cosecha, caracterizándose por ser una fruta muy perecedera en la post-cosecha [3].

**Temperatura.** El clima ideal para su cultivo es el tropical y subtropical, con temperaturas mínimas de 18°C y máximas de 35°C, aunque puede tolerar los 12°C y los 40°C, pero con problemas de deformación de los frutos, después de esos rangos la planta sufre daños [23].

**Humedad.** La precipitación adecuada puede variar entre los 1500 y 2000 mm de lluvia anual, conviene que se distribuya lo más homogéneamente posible durante el año, la humedad relativa debe oscilar entre 70 y 85% [32].

### **Variedades**

En Ecuador se produce tres tipos de papaya. La tainung 1, la hawaiana y la conocida como maradol o nacional. Todas tienen propiedades diferentes, pero los usos son comunes [33].

**Tainung 1.-** Es un híbrido 'Tainung 1' de origen taiwanés, su floración comienza 218 días después de la siembra y el primer fruto establece cuando las plantas son de 36 pulgadas (91 cm) de altura. Frutas promedio de 2.2 libras (1 kg) cada una, aunque existen frutas hasta de 4 Kg, se mantienen bien durante el transporte, es dulce de color naranja brillante a color rojo [34].



Figura 1.1. Papaya variedad Tainung 1

**Maradol Amarilla.-** Fruta de pulpa amarilla de extraordinaria vida de anaquel por la alta consistencia de su pulpa, tiene alrededor de 12 grados brix, frutos de 1.5 a 2.5 kilogramos de peso [34].



Figura 1.2. Papaya variedad Maradol Amarilla

**Hawaiian Solo Sunrise.-** La fruta es de color rojizo rosa, dulce con un sabor suave. Tiene alrededor de 13 grados brix. El promedio del tamaño de la fruta es de 1.25 libras o 567 gramos. Fruta generalmente en forma de pera, con un pequeño cuello en la base de la fruta [34].





Figura 1.3. Papaya variedad Hawaiian Solo Sunrise.

### Composición química:

En la Tabla 1.1, se presentan las características de la papaya fresca según Mújica et al. quien reporta resultados para papaya fresca, todos los resultados son el promedio de tres repeticiones clasificadas en papayas verde, raleas (aclaradas) y pintonas [14].

**TABLA 1.1.**  
**COMPOSICIÓN GENERAL DE LA PAPAYA FRESCA MADURA.**

**TABLA 1** – Caracterización fisicoquímica de la papaya fresca.

Característica	Madurez		
	raleo	verde	pintona
Contenido de humedad <sup>a</sup>	92,22 ± 0,35	91,41 ± 0,47	88,63 ± 0,52
Sólidos solubles (°Brix)	5,31 ± 0,31	6,17 ± 0,20	9,19 ± 0,22
Fibra cruda <sup>a</sup>	1,22 ± 0,06	0,98 ± 0,06	0,91 ± 0,06
Acidez <sup>b</sup>	0,11 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,14 ± 0,01
Proteína <sup>a</sup>	0,48 ± 0,01	0,43 ± 0,01	0,32 ± 0,01
Densidad aparente (kg/m <sup>3</sup> )	0,93 ± 0,01	0,93 ± 0,01	0,94 ± 0,01
Densidad real (kg/m <sup>3</sup> )	1,04 ± 0,01	1,03 ± 0,01	1,03 ± 0,01
Porosidad (%)	11,36 ± 0,1	11,08 ± 0,1	8,80 ± 0,1
Índice de madurez	48,3	44,1	65,6

<sup>a</sup>unidades en % referidas a 100 g de muestra; y <sup>b</sup>(g Ac. Cítrico / g muestra) x100.

Fuente Mújica 2003

## Exportaciones de papaya en el Ecuador.

La papaya es una fruta destinada en particular a satisfacer la demanda interna; sin embargo una parte de la producción se dirige a los mercados internacionales, destacándose que el Ecuador presenta una tendencia variable entre 1995 y 1996 (Anualizado, con datos hasta 2006), aparentemente en el 2006 se redujeron 215 Tm. Comparándola con el 2005 que registro un volumen de 5.401 Tm, a pesar de esto el ingreso para los exportadores fue superior en el 2006, esto debido a un menor precio , USD 2.1 millones, USD 0.2 millones más que el 2005. El sector exportador denota un dinamismo, totalmente variable a lo largo del periodo analizado, con tasas de crecimiento positivas en varios años, pero de igual forma se observan decrecimientos en otros [1].

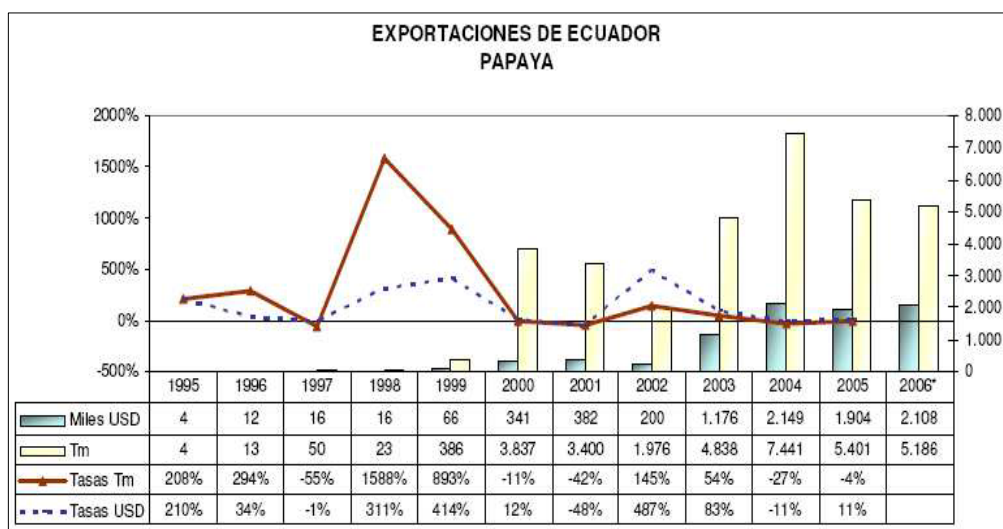


Gráfico 1.1. Exportaciones de papaya en el Ecuador. Fuente: BCE, [www.ecuadorexporta.org](http://www.ecuadorexporta.org)

Según datos obtenidos del Banco Central del Ecuador, en el año 2001 nuestro país exportó en valor FOB 381.67 (miles de US\$) con un decremento en el 2002 al exportar en valor FOB 200.19 (miles de US\$) pero un importante incremento en sus exportaciones en el 2003 al alcanzar el valor FOB 1.175.94 (miles US\$), en el 2004 exportó 2,149.14 (miles US\$), en el año 2005 1,904.15 valor FOB y en el 2006 un notable incremento al alcanzar un valor FOB de 2.107.92 (miles US\$) [1].

En el 2008 la Provincia del Guayas tuvo una producción 320 Has. actualmente se encuentran sembradas 450 Has. aproximadamente. En el 2008 la Provincia de Santa Elena tuvo una producción total de 120 has de las cuales el 84 Has. (70%) fueron destinadas para la exportación y el otro 30% fueron destinadas para el consumo local actualmente se encuentran sembradas 300 Has. aproximadamente de forma escalonada de tal forma poder responder a la creciente demanda de esta fruta en los mercados internacionales [1].

En lo referente a la composición de las exportaciones por destino (país), las ventas de papaya del Ecuador se destinan principalmente a satisfacer la demanda de Alemania, con el 31%, seguido por España con el 27%, Holanda 23% y Canadá 16% [1].

## **1.1. Fisiología post-cosecha de la papaya.**

### **Respiración**

La respiración es un indicador de la actividad metabólica y juega un papel significativo en la fisiología post-cosecha y en el deterioro de la calidad de los alimentos. Es un proceso que implica la degradación oxidativa de los productos más complejos, normalmente presente en las células, como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos, a moléculas más simples como el dióxido de carbono y el agua, con la consiguiente liberación de energía [16].

La respiración, por tanto, involucra reacciones complejas que en condiciones normales requiere de la presencia de  $O_2$  para la degradación de los compuestos (respiración aeróbica). Sin embargo, cuando los niveles de oxígeno son muy bajos, la respiración se desplaza hacia la ruta anaeróbica generándose compuestos volátiles, como el acetaldehído y etanol, que pueden dar origen a malos sabores. Durante la respiración, la pérdida de reservas alimenticias almacenadas en el producto, significa el aceleramiento de la senescencia conforme se consumen las reservas que proporcionan energía, para mantener el estatus viviente del producto que se agotan,

por tanto, la velocidad de deterioro de las frutas generalmente es proporcional a su velocidad de respiración [16].

Adicionalmente, basados en sus patrones de respiración y producción de etileno ( $C_2H_4$ ) durante la maduración organoléptica, los frutos se clasifican en climatéricos y no climatéricos. Los frutos climatéricos muestran un pico respiratorio durante la maduración organoléptica, con un incremento en la producción de  $CO_2$  y de  $C_2H_4$ , mientras que los frutos no climatéricos no muestran cambios en sus velocidades de producción de  $CO_2$  y de  $C_2H_4$  y estas son generalmente bajas [16].

La papaya es clasificada como una fruta climatérica por su relación entre temperaturas de almacenamiento, el ritmo y generación de etileno, la fruta empieza su maduración desarrollando una coloración amarilla en la cáscara empezando en el extremo del estigma, el ritmo de respiración es de 9 a 18 mg de  $CO_2$ /Kg.h a  $20^\circ C$  al momento del primer cambio de color de cascara hasta 70 – 90 mg de  $CO_2$ /Kg.h cuando está madura, la generación de etileno en la maduración es de 7 -10  $\mu l C_2H_4$ /Kg.h a  $20^\circ C$  [16].

### **Transpiración.**

La transpiración es la principal causa de la pérdida de agua de las frutas y vegetales, ocasionando pérdidas de peso, deterioro en la apariencia, (marchitamientos y arrugamientos), disminución de firmeza (ablandamiento, pérdida de turgencia), cambios en la calidad nutricional, además de una mayor susceptibilidad a determinadas alteraciones tanto fisiológicas como patológicas [16].

Es un proceso por el cual los tejidos vegetales pierden agua en forma de vapor desde las células del interior hacia la atmósfera que los rodea. Las diferentes formaciones epidérmicas son las que regulan el flujo de vapor de agua hacia el exterior de los productos. El vapor de agua sale hacia el exterior desde los espacios intercelulares existentes entre las células del parénquima poroso, pasa a través de estomas, lenticelas, o microheridas, y atraviesa la epidermis y la cutícula. Las aperturas epidérmicas representan la principal vía de pérdida de agua, mientras que la transpiración a través de la cutícula representa alrededor del 5-10 % de la pérdida, la intensidad de la pérdida de agua depende de factores intrínsecos del fruto y de factores ambientales. Entre las variables intrínsecas al fruto, las más relevantes son la relación superficie/volumen, la estructura de la epidermis y el grosor y composición de la cera epicuticular. Las pérdidas de agua son

directamente proporcionales a la relación superficie/volumen, por lo que los frutos de mayor volumen y más esféricos son los que presentan mayor pérdida de agua [16].

Los factores ambientales que más influyen en la deshidratación son la temperatura, la humedad relativa (HR) y la velocidad de circulación del aire que rodea al fruto. En el almacenamiento a bajas temperaturas y altas HR se reduce el gradiente de presión del vapor de agua entre el fruto y la atmósfera de almacenamiento, con lo que disminuye la velocidad de pérdida de agua por transpiración. Además, en el almacenamiento y transporte, es importante una adecuada ventilación y velocidad del aire, puesto que incide sobre la capa de aire húmedo que rodea al fruto. Por tanto, las frutas y vegetales suelen ser almacenados en un ambiente húmedo (90-98% HR), especialmente a bajas temperaturas y con una velocidad del aire adecuada para minimizar la pérdida de agua [16].

### **Alteraciones fisiológicas.**

Las alteraciones fisiológicas pueden tener su origen en deficiencias nutricionales o condiciones climáticas adversas ocurridas durante el período pre-cosecha y/o en una incorrecta manipulación en post-

cosecha a continuación se mencionan los desórdenes fisiológicos de mayor importancia en post-cosecha [24].

**Daño por enfriamiento:** Las frutas tropicales son susceptibles de sufrir alteraciones fisiológicas en un rango de temperatura de aproximadamente 5 a 14°C. Los síntomas más comunes son fallas en la maduración, desarrollo de sabores y aromas atípicos, decoloración, ennegrecimiento y deterioro de los tejidos, e incremento de la susceptibilidad del producto al ataque de patógenos secundarios [24].

**Daño por alta temperatura:** La temperatura es el factor ambiental que más influye en el deterioro del producto cosechado. En general, el ritmo de deterioro del producto es 2 a 3 veces mayor por cada incremento de 10°C por encima de la temperatura óptima de conservación de la fruta. La temperatura también modifica el efecto del etileno de los niveles residuales de O<sub>2</sub> y altos de CO<sub>2</sub> en el producto cosechado, además, afectando directamente el ritmo respiratorio y la germinación de esporas de los hongos y el posterior desarrollo de patógenos. Por encima de 40°C, se observan severos daños en el producto y a 60°C aproximadamente, cesa toda actividad enzimática. Adicionalmente, la fruta sufre excesiva pérdida de agua por transpiración; todo lo cual arruina el producto [24].



**Daño por baja concentración de oxígeno (O<sub>2</sub>):** Bajos niveles de O<sub>2</sub> en el ambiente pueden inducir procesos de fermentación en las frutas ocasionando la producción de malos olores y sabores y el deterioro del producto. Esto es común cuando la ventilación del ambiente en el cual se encuentran las frutas es deficiente. Estos cambios son favorecidos por altas temperaturas [24].

**Daño por alta concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** La acumulación de CO<sub>2</sub> puede retrasar el normal ablandamiento y pérdida del color verde de algunas frutas. En otros casos, se observa decoloración y deterioro internos por la acumulación de este gas en la atmósfera de almacenamiento; así como también mal sabor y depresiones superficiales en la cáscara de la fruta (pitting) [24].

**Daño por pérdida de agua:** La fruta cosechada pierde agua por transpiración de manera irreversible. Como consecuencia, el producto sufre una serie de alteraciones fisiológicas que aceleran los procesos de senescencia, síntesis de etileno y deterioro de tejidos. Esto, conjuntamente con los síntomas externos de marchitez y arrugamiento del producto, afectan seriamente su calidad comercial. En general, se puede decir que un 5% de pérdida de agua es aproximadamente el valor máximo permisible en frutas. La pérdida de agua por

transpiración es mayor a temperatura alta y humedad relativa baja [24].

**Daño físico:** La rotura de las células por medios físicos permite que las enzimas entren en contacto con sustancias de las cuales normalmente se encuentran separadas. Como consecuencia, se producen una serie de reacciones químicas que conducen al deterioro de las células. El tejido dañado frecuentemente se torna marrón o negro debido a la síntesis de melanina. La producción de olores y sabores atípicos y desagradables es también una característica de los tejidos afectados [24].

### **Alteraciones patológicas.**

Una de las principales causas de las pérdidas económicas durante la post-cosecha, son las alteraciones patológicas que limitan la vida útil de las frutas y hortalizas frescas. El porcentaje de papayas afectadas por podredumbres durante una campaña normal oscilan entre el 18 – 30% del total manipulado [21].

Una de las alteraciones más comunes es la antracnosis de la fruta es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* se logra manifestar con síntomas de manchas chocolate, como negras

hundidas sobre la superficie de la fruta, en el campo normalmente no se observa de manera evidente, como en los embarques post-cosecha. Debido a que el hongo puede penetrar la superficie de la fruta directamente por medio de una estructura llamada apresorio, permitiéndole al patógeno penetrar la fruta verde aun sin heridas, cuando la fruta infectada empieza a madurar aparecen las manchas húmedas y gotas de látex exudadas en la superficie, el tejido interno del área infectada se mantiene firme con decoloración de gris a blanco, que mas tarde se torna café. Se forma una capa callosa en las células del parénquima, lo cual permite levantar el área infectada como si fuera un tapón [21] tal como se muestra en la Figura 1.4.



Figura 1.4. Afectación de *Colletotrichum gloeosporioides* sobre la superficie de una papaya

Debido a la naturaleza latente de este patógeno, es de suma importancia proteger a la fruta desde el inicio, por medio de fungicidas preventivos aplicados cada 7 u 8 días hasta el momento de la cosecha [21].

La podredumbre por *Fusarium oxysporum* se presenta como pequeñas lesiones secas sobre la superficie de la fruta, que posteriormente se cubren de un masa compacta de micelio. El patógeno identificado como *Fusarium solani* ocurre esporádicamente en post-cosecha. Así mismo, existen infecciones internas de la fruta causada por este hongo en el cual este llena la cavidad de la fruta y destruye la semilla y el tejido circundante, esta enfermedad ocurre esporádicamente [21].

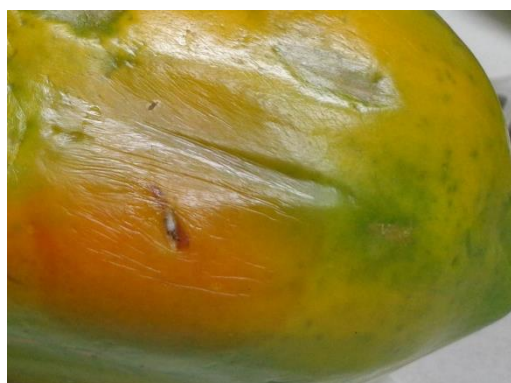


Figura 1.5. Podredumbre por *Fusarium oxysporum* en papaya.

Otra alteración de la papaya es la podredumbre mojada provocada por *Phomopsis sp.* que ocurren rara vez, pero causan mucho daño, toda la parte afectada se vuelve suave y translúcida y los picnidios negros se acumulan en el centro de la lesión, avanzando rápidamente desde la superficie hasta la cavidad de la fruta [21].



Figura 1.6. Podredumbre por *Phomopsis sp.* en papaya.

Otra podredumbre seca es la causada por el *Mycosphaerella sp.* que no puede penetrar enzimáticamente la cutícula, de tal modo que es asociada con daños mecánicos, los primeros síntomas aparecen como pequeñas arrugas en la superficie de la fruta, más tarde se desarrollan lesiones con márgenes café translúcidas, se puede formar una capa de tejido duro justamente debajo del sitio de la infección [21].



Figura 1.7. Podredumbre por *Mycosphaerella sp.* en papaya.

Las papayas también pueden ser atacadas por bacterias como la *Erwinia* y el *Enterobacter cloacae*.

## **1.2. Almacenamiento post-cosecha de la papaya.**

Antes del almacenamiento de la papaya, se realiza un pre-enfriamiento de esta fruta en donde se utiliza un sistema de aire forzado entre las rumas (estibas) de cajas. El enfriamiento de la fruta hasta una temperatura de aproximadamente 10°C tarda de 6 a 8 horas. La papaya como todas las frutas tropicales es susceptible al daño por frío, por lo que se debe tener mucho control sobre la temperatura de enfriamiento [25]. Se ha determinado que esta fruta puede mantenerse en refrigeración de 7 - 21 días a 8°C - 12°C, sin que la fruta sufra deterioro importante de calidad. Sin embargo, otras consideraciones importantes se deben tomar en cuenta:

- Fruta para la exportación debe ser cosechada a  $\frac{1}{4}$  de inicio de color aun verdes, hasta un poco de amarillo en el extremo floral [21].
- La fruta debe tener un mínimo de 9 - 11.5 de sólidos solubles (Brix) [21].

En la Tabla 3 se indican cómo debe ser el manejo de las temperaturas en las fases de maduración de la papaya.

**TABLA 1.2.**  
**MANEJO DE TEMPERATURAS POST-COSECHA EN PAPAYAS.**

<b>Grado de Madurez de la papaya</b>	<b>Descripción</b>	<b>Temperatura</b>	<b>HR</b>
Grado 1	verde hasta ¼ de amarillo	13 °C	90 - 95%
Grado 2 a 3	¼ hasta ½ madura	10 °C	90 - 95%
Grado > 3	> ½ madura	7°C	90 - 95%

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

Entre los problemas más comunes en el almacenamiento post-cosecha de la papaya se encuentra el daño por frío.

#### **Daño por frío en papaya**

Temperaturas menores que 7°C producen daño por enfriamiento en los frutos de papaya; cuanto menos madura es la fruta, mayor es su sensibilidad al frío. Asimismo, cuanto menor sea la temperatura a la cual se someta la fruta por debajo del límite crítico y mayor el tiempo de exposición, mayor será el daño ocasionado por el enfriamiento [25].

Los síntomas más evidentes del daño por enfriamiento en la papaya son los siguientes:

- Fallas en la maduración de consumo (organoléptica).
- Aparición de pequeñas manchas (pitting) de color marrón, de 1-2 mm de diámetro, sobre la superficie de la fruta.

- Decoloración de la cáscara.
- La fruta se vuelve más susceptible al desarrollo de enfermedades fungosas [25].

### **1.3. Empleo de recubrimientos biodegradables en la conservación de productos frescos.**

La aplicación de recubrimientos o encerado es una práctica que permite alargar la vida útil durante el almacenamiento al reducir la pérdida de humedad y ralentizar la maduración de los frutos, ya que actúan como barrera al intercambio gaseoso. Además, otro objetivo de la aplicación de los mismos es aportar brillo al fruto, confiriéndole un aspecto más apetecible en el punto de venta [35].

Teniendo en cuenta que la aplicación de recubrimientos afecta al intercambio gaseoso entre el fruto y la atmósfera que lo rodea, si la barrera al intercambio gaseoso es muy alta se puede inducir una respiración anaeróbica, con el consecuente incremento de volátiles, como etanol y acetaldehído, responsables de la aparición de malos sabores. Así por ejemplo, la cantidad de cera no debe de exceder de 0,2 - 0,3 mg/cm<sup>2</sup> para evitar la respiración anaeróbica [35].



### **Películas a base de ceras.**

Las primeras referencias del uso del encerado, en frutas, se remontan a los siglos XII –XIII en China. Las primeras patentes de formulaciones de ceras mencionan la inclusión de parafina como material céreo y, junto a ella, diversas mezclas de otros componentes como: candelilla y otras ceras, goma laca, emulsificantes y surfactantes. Dado que los primeros recubrimientos de cítricos estaban compuestos por ceras (ésteres de ácidos carboxílicos y alcoholes grasos de cadena lineal), este término genérico se ha venido utilizando durante años para designar a los recubrimientos, que se aplican a la fruta, a pesar de que en muchas de las formulaciones existentes en el mercado en la actualidad contienen poca proporción o nada de ceras [35].

Actualmente el tipo de recubrimientos comerciales empleados en la industria frutícola son ‘ceras al agua’ que consisten en disoluciones/dispersiones de una o más resinas y/o ceras emulsionadas. Estas ceras han ido desplazando a las ‘ceras solventes’ que utilizan solventes orgánicos, por el peligro y la contaminación medioambiental que conllevan. Las formulaciones de ‘ceras al agua’ requieren generalmente medios alcalinos para emulsionar la cera y la disolución de la resina (generalmente goma

laca), por lo que está extendido el uso de álcalis como el hidróxido potásico, el amoníaco en su formulación. Las ceras mayoritariamente empleadas son ceras sintéticas del tipo polietileno oxidado, empleándose en mucha menor medida las ceras vegetales del tipo carnauba y prácticamente testimonial es el uso de ceras de origen animal, como la cera de abeja. Para formar la microemulsión también se añade emulsificantes como el ácido esteárico, palmítico, oleico o acetilglicéridos (ésteres de ácidos grasos con glicerol). Asimismo, las ceras comerciales en muchos casos incorporan fungicidas sintéticos, como imazalil, tiabendazol u ortofenil fenato sódico, para controlar la podredumbre verde y azul, que son las principales enfermedades post-cosecha [18].

Los componentes permitidos varían de unos países a otros, debido a diferencias en la legislación y a las exigencias de cada mercado, así por ejemplo la legislación en Estados Unidos autoriza el uso de morfolina (CFR 172.235) y la colofonia modificada con anhídrido maleico y esterificada con pentaeritritol (CFR 172.210), mientras que la legislación Europea (Directiva europea 95/2/CE y posterior modificación 98/72/CE) no permite su uso y la morfolina es reemplazada por amoníaco. En función de la finalidad de su uso, se pueden definir dos tipos de encerado: los de conservación y los de

comercialización, que se diferencian por el contenido en sólidos en la aplicación. El encerado de conservación se utiliza antes del almacenamiento en las cámaras frigoríficas y su objetivo es mantener el peso, la firmeza y las propiedades organolépticas, no siendo necesario, en general, que mejore la apariencia del fruto. El encerado de comercialización se aplica a la fruta antes de su envío al mercado de consumo, con la finalidad de mejorar el aspecto externo y mantener el peso [18].

Por tanto, el contenido de sólidos en el caso del encerado de conservación no supera al 10-12%, mientras que en el caso de comercialización el contenido de sólidos no supera el 18% [18].

### **Películas a base de polisacáridos.**

#### **Quitosano.**

Es un polisacárido catiónico (derivado de la quitina) de alto peso molecular, el cual presenta propiedades antifúngicas.

El uso de quitosano para el recubrimiento de frutas y vegetales se ha propuesto y ensayado desde hace más de 15 años debido a sus propiedades bactericidas y fungicidas, su capacidad para formar películas y su baja toxicidad en seres humanos, la cual había sido

estudiada en la década de los 60 del siglo pasado. En principio, la capacidad del quitosano para formar películas elaboradas con este polisacárido son claras, resistentes, flexibles y presentan buenas barreras al oxígeno. Sin embargo, las aplicaciones prácticas de quitosano se ven limitadas por su insolubilidad en agua a pH > 6 [26].

### **Almidones.**

El almidón ha sido parte fundamental en la dieta del hombre desde los tiempos prehistóricos, además de que se le ha dado un gran número de usos industriales. Después de la celulosa, es probablemente el polisacárido más abundante e importante desde el punto de vista comercial. El almidón se encuentra en los cereales, los tubérculos y en algunas frutas como polisacárido de reserva energética [27].

Químicamente, el almidón está conformado por polímeros de glucosa unidos por enlaces glucosídicos  $\alpha$  (1-4) y  $\alpha$  (1-6), dando lugar a dos fracciones básica, la amilosa y la amilopectina. El almidón contiene aproximadamente 75% de amilopectina y 25% de amilosa [27].

Debido a su abundancia y bajo costo de producción, existe un gran interés en la utilización de almidón como componente de películas comestibles y recubrimientos biodegradables. Las películas elaboradas a partir de este carbohidrato son claras, flexibles, transparentes y presentan excelentes barreras al oxígeno. Sin embargo, sus propiedades de barrera contra la humedad, no son tan buenas, sus propiedades mecánicas son generalmente inferiores a las películas sintéticas, en películas a base de almidón, la matriz o red es normalmente formada durante el secado de una dispersión gelatinizada debido a los puentes de hidrógeno que se establecen entre los grupos hidroxilo [27].

Almidones de diferentes fuentes, tales como papa, maíz, trigo, arroz y yuca, tanto como naturales como modificados, han sido utilizados en la manufactura de películas comestibles, la amilosa es la responsable de la capacidad formadora que tienen los almidones, la preponderancia de la amilosa (>70%) en almidones de amilo maíz otorga mayor fuerza y más flexibilidad a películas elaboradas con este tipo de materiales [27].

### **Incorporación de compuestos lipídicos en películas a base de carbohidratos.**

Los lípidos son los recubrimientos que mejores resultados han dado en post-cosecha, mediante su utilización se reducen la respiración, deshidratación y mejora el brillo de los frutos. Los recubrimientos formados por solo lípidos son muy frágiles y friables, por lo que se han de aplicar en combinación con una matriz de soporte no lipídica. Carnauba, cera de abeja, parafina, salvado de arroz se han aconsejado en combinación con otros lípidos o polisacáridos, pero en la actualidad solo se utiliza la Carnauba [16].

Para mejorar las propiedades de barrera al vapor de agua de este tipo de recubrimientos se pueden incorporar lípidos, que emulsificados en la solución formadora de coberturas o formando una doble capa sobre el producto, pueden ayudar a prevenir reacciones degradativas del tejido como consecuencia de la pérdida de humedad, así como las reacciones respiratorias en los tejidos vegetales. De esta manera se pueden formular coberturas comestibles combinando las ventajas de los componentes hidrocoloides y de los componentes lipídicos, éstos últimos como barrera al vapor de agua y los primeros como barrera selectiva al

oxígeno y al dióxido de carbono, además de proveer una matriz de soporte estructural [16].

#### **1.4. Técnicas de aplicación y formación de películas.**

El modo de aplicación de una película comestible depende en gran medida del tipo de producto que se desee recubrir. La aplicación directa de la solución formadora de película, sobre el alimento o producto, se puede llevar a cabo por métodos de inmersión, frotación, aspersion, entre otros [16].

En el caso de productos que requieren una capa uniforme en una superficie irregular, la inmersión es la técnica que proporciona mejores resultados, esta técnica es la más utilizada en el recubrimiento de frutas, vegetales y verduras, la inmersión se realiza en tanques que contienen las formulaciones formadoras de cubiertas, posterior a esto se procede a un escurrido y secado, dejando que una película delgada sea formada sobre la superficie del producto [16].

La aplicación de cubiertas por aspersion es el método convencional usado generalmente en muchos de los casos. Debido a la alta presión (60-80 psi) un menor gasto de solución formadora de película es requerido para obtener recubrimientos uniformes [16].

El método de frotación utiliza aire comprimido (menos de 5 psi o 35 KPa) que es aplicado en líneas de empaque que poseen rodillos en movimiento para lograr una dispersión uniforme. El exceso de cubierta es removido con cepillos colocados por debajo de los rodillos, la cubierta espumosa contiene un poco de agua para así facilitar el proceso de secado [16].

Otra técnica a emplear, consiste en la preformación de la película antes de ser aplicada al alimento, las películas preformadas pueden fabricarse, a nivel industrial, según las técnicas empleadas comúnmente para ciertos materiales y para las películas no comestibles, tales como la extrusión, el moldeado o el laminado. Cabe recalcar que en el caso de cubiertas aplicadas directamente al producto, existen dos condiciones relevantes: cohesión entre las moléculas del material de la cubierta y adhesión entre la cubierta y estructura de soporte. El grado de cohesión influye en las propiedades de barrera y mecánicas de las películas, de forma que una cohesión estructural elevada se traduce en una reducción de la flexibilidad, de la porosidad y de la permeabilidad a los gases y a los solutos. La cohesión depende de la estructura química del compuesto, del proceso de elaboración, parámetros empleados (temperatura, presión, tipo de solvente y dilución, técnica de



procedimiento de eliminación del solvente, etc.), presencia de plastificantes, agentes ligantes y del espesor final de la película. La cohesión entre los componentes de las películas es favorecida por la presencia de polímeros ordenados de cadena larga. La adhesividad de la película sobre la superficie del alimento depende principalmente de su naturaleza y del número de interacciones o enlaces entre el recubrimiento y el soporte. Por lo tanto, el uso de sustancias tensoactivas tales como los emulsificantes, hacen posible la adherencia de una película hidrofóbica sobre un producto alimenticio muy hidrofílico [16].

# CAPITULO 2

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales utilizados para realizar la película biodegradable fueron almidón de yuca, gelatina de origen bovino, glicerol como plastificante y aceite esencial de orégano como agente antimicrobiano.

#### **Almidón de Yuca**

El almidón de yuca es un polvo blanco que se obtiene en forma natural y sin modificar, de las raíces de la planta de yuca. Se distingue de los almidones de maíz y de trigo por su alta riqueza en amilasa, la longitud de sus cadenas de carbonos y el tamaño de sus moléculas. Se emplea como aglutinante para la fabricación de alimentos; y por sus

características tiene ventaja sobre otros almidones por su rápido proceso de gelatinización [4].

El gel obtenido a partir de este almidón es de aspecto transparente, no modifica la coloración natural de los alimentos, como tampoco altera el sabor y aroma de los mismos [4].

Grandes cantidades de almidón se utilizan como absorbentes y agentes ligantes de agua. Esto se debe a su capacidad para retener la humedad durante el procesamiento de los productos, lo que permite lograr la estabilización de la emulsión en cuanto a humedad grasa y proteína, además de ser insumo para otras industrias alimenticias principalmente como aditivo [4]. El almidón de yuca utilizado en este experimento fue de la marca La Pradera obtenido en Supermaxi.

### **Gelatina de Origen Bovino**

La gelatina es una proteína que tiene numerosas aplicaciones principalmente en la industria farmacéutica y alimenticia debido a sus propiedades químicas y físicas; tiene la habilidad de formar geles térmicamente reversibles [9], puede ser usada como agente estabilizante, o para mejorar algunas características como textura y capacidad de retención de agua [5].

En la gelatina, las propiedades reológicas de viscosidad y poder gelificante ( $^{\circ}$ Bloom) dependen de la materia prima, de su pretratamiento alcalino ó ácido, del método de extracción e hidrólisis del colágeno, del método de concentración de la solución, y del método de secado. La gelatina se extrae mayoritariamente de pieles de vacuno y porcino sin embargo, en la literatura científica poco se reporta sobre las propiedades reológicas obtenidas a partir de estas materias primas [5]. La gelatina de bovino utilizada en este experimento fue de la marca Merck obtenida de Laboratorios Domínguez.

### **Glicerol como Plastificante**

También conocido como glicerina o (1, 2, 3 propanotriol), es un polialcohol, posee un aspecto de líquido viscoso, no tiene color, pero si un característico olor, además de un sabor dulce. Además el glicerol es un compuesto higroscópico, es decir que tiene la capacidad de ceder o absorber la humedad presente en el medio ambiente que lo rodea. Además es fácilmente soluble en agua, y se descompone en ebullición. Es un compuesto líquido si se encuentra a temperatura ambiente. Este compuesto como plastificante modifica las propiedades de las proteínas insertándose dentro de su estructura tridimensional, y

utilizados en pequeñas cantidades introducen cambios significativos haciendo a la barrera mucho más flexible [6].

El glicerol como agente plastificante, favorece en gran proporción las propiedades fisicoquímicas de películas biodegradables, como son: espesor, color, transmisión de vapor de agua a través de la película, la solubilidad y la resistencia de las películas [6]. El glicerol utilizado en este experimento fue de la marca Merck obtenido en Laboratorios Luque.

### **Aceite Esencial de Orégano**

El orégano comprende varias especies de plantas que son utilizadas con fines culinarios, siendo las más comunes el *Origanum vulgare*, nativo de Europa, y el *Lippia graveolens*, originario de México [7].

Entre las especies de *Origanum* se encuentran como componentes principales el limoneno, el  $\beta$ -cariofileno, el  $\alpha$ -cimeno, el canfor, el linalol, el  $\alpha$ -pineno, el carvacrol y el timol. En el género *Lippia* pueden encontrarse estos mismos compuestos [7].

Algunas propiedades de los extractos del orégano han sido estudiadas debido al creciente interés por sustituir los aditivos sintéticos en los

alimentos. El orégano tiene una buena capacidad antioxidante y antimicrobiana contra microorganismos patógenos como *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, entre otros. Estas características son muy importantes para la industria alimentaria ya que pueden favorecer la inocuidad y estabilidad de los alimentos como también protegerlos contra alteraciones lipídicas. Existen además algunos informes sobre el efecto antimutagénico y anticarcinogénico del orégano, sugiriendo que representan una alternativa potencial para el tratamiento y/o prevención de trastornos crónicos como el cáncer [7].

Los métodos convencionales utilizados para la extracción de aceites esenciales, son la destilación con arrastre de vapor y el uso de solventes orgánicos [7]. El aceite esencial de orégano utilizado en este experimento fue de la marca Merck Obtenida en Laboratorios Luque.

## **2.2. Variables para las Pruebas Experimentales.**

En las pruebas que se desarrollaron en este trabajo de investigación, se determinó que se realizarían a temperatura y humedad relativa del ambiente (25 °C a 80% de humedad relativa).

### 2.3. Metodología

Las papayas que fueron utilizadas para la fase experimental del proyecto fueron de la variedad maradol y seleccionadas en base a su grado de madurez y a su tamaño promedio de 32,5 cm de largo y 41,1 cm de circunferencia en el centro de la fruta. Las papayas seleccionadas inicialmente se encontraban verdes (denominados como grado 2), el cual nos indicaba que la fruta aún no se encontraba completamente madura tal como se indica en la Figura 2.1. Las papayas fueron obtenidas en el mercado mayorista de un solo origen y a 24 horas de haber sido cosechadas.



Figura 2.1. Grados de Madurez de la Papaya Maradol [3]. Fuente NMX-PF-041-SCFI-2003 PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO HUMANO FRUTA FRESCA – PAPAYA (*Carica papaya* L.) – Especificaciones.

El experimento se dividió en dos fases. La primera en donde se observaba en qué tiempo podría mostrar cambios en sus características organolépticas para su consumo antes de iniciar su descomposición por microorganismos en la fruta sin ninguna clase de tratamiento a temperatura ambiente (entre 20 a 25°C y 80% HR) y la segunda en donde se observan las mismas características pero en frutas recubiertas por la película a base de almidón, gelatina de origen bovino, glicerina como plastificante y aceite esencial de orégano a temperatura ambiente, en esta segunda fase se dejaron las papayas cubiertas con la emulsión y se colocaron los mohos en la superficie en 8 puntos y otro grupo de papayas se cubrieron con la emulsión y se le realizaron incisiones para proceder a inocular mohos en los mismos. En ambas fases del experimento se realizaron análisis de control de calidad para determinar si existen diferencias significativas en las características físico-químicas y sensoriales entre las papayas con recubrimiento y sin recubrimiento.

Las frutas a las cuales se aplicaron recubrimiento, se dividieron en cinco grupos de 20 unidades cada uno, el primer grupo eran papayas a las cuales únicamente se había aplicado recubrimiento, el segundo grupo eran las papayas con recubrimiento y con una pequeña incisión



de 2 mm en donde se inoculó el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* previamente aislado mediante una asa de platino, el tercer grupo correspondían a las papayas recubiertas en las cuales se aplicaron el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* previamente aislado sobre la superficie del recubrimiento para observar la velocidad de penetración de este hongo hacia la fruta, el cuarto grupo en donde se observaron las papayas con recubrimiento y con una pequeña incisión de 2 mm en donde se inoculó el hongo *Fusarium oxysporum* previamente aislado mediante una asa de platino, el último grupo de las papayas recubiertas en las cuales se aplicaron el hongo *Fusarium oxysporum* previamente aislado sobre la superficie del recubrimiento para observar la velocidad de penetración de este hongo hacia la fruta.

#### **2.4. Control de Calidad**

Para determinar las diferencias en los cambios de las papayas sin y con la acción de la película biodegradable, se realizaron análisis de calidad de las papayas con respecto al tiempo de almacenamiento.

Los análisis de calidad realizados fueron pérdida de peso, cambios de coloración de la piel de la fruta, humedad, grados brix, acidez titulable total y medición de la firmeza de la pulpa (textura).

### **Pérdida de Peso**

En este análisis se verifica cual es la pérdida de peso que sufre la papaya con respecto al tiempo en días realizándolo en un total de 20 papayas. El porcentaje de pérdida de peso se lo obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{P_0 - P_f}{P_0} \times 100\% \quad \text{Fórmula (1)}$$

En donde:

$P_0$ : Peso inicial de la fruta.

$P_f$ : Peso actual de la fruta.

Esta medición se realiza diariamente hasta llegar a la etapa de senescencia de la fruta.

### **Cambio de Coloración**

Para revisar el cambio de coloración producido por el proceso de maduración que sufren las papayas con respecto al tiempo (esta medición se realiza a diario hasta llegar a la etapa de senescencia de la fruta), se hace una comparación con una escala Pantone® esta observación se realiza en el menú de colores en la escala y luego sobre la piel de la papaya en donde la observación se la realiza

sobre la piel en la misma área de la papaya señalizada, la cual nos indica con mayor grado de precisión el color presente en la piel de la papaya y su respectiva codificación en la escala Pantone®.

Para este análisis se utiliza el libro PANTONE® Color Specifier 1000/Coated Volume 1<sup>A</sup> de The Pantone Library of Color. De igual forma se realiza la conversión de la escala Pantone® a escala de coordenadas CIE L\*a\*b\*.

### **Humedad**

El método de análisis utilizado fue el gravimétrico. Este método consiste en la medición de la pérdida de peso de la muestra debida a la evaporación de agua. Se emplea para ello una estufa con circulación forzada de aire, a presión atmosférica o al vacío, cápsulas de vidrio, porcelana o aluminio además de arena necesaria para evitar la formación de una costra superficial que dificulte la evaporación de agua que en algunos alimentos es común por sus componentes [2].

Para realizar el pesado de los productos iniciales y finales se emplea una balanza analítica con tres dígitos de precisión. Los resultados

fueron obtenidos en tiempo inicial y final del experimento y se realizaron análisis por duplicado [2].

**Procedimiento:**

- Los recipientes o cápsulas se secan en estufa a 103 °C con unos 10 a 30 g de arena de mar calcinada y una varilla de vidrio, durante dos horas. Después de este tiempo se enfrían en desecador hasta temperatura ambiente y se pesan (cápsula, arena y varilla) en balanza analítica [2].
- Se coloca en la cápsula con la arena y varilla de vidrio, entre 5-10 g de muestra que previamente habrá sido licuada. Se mezcla la muestra con la arena de forma que quede bien disgregada y no se forme una costra superficial al calentarse [2].
- Se introduce la cápsula en la estufa a  $103 \pm 2$  °C ó a 70 °C si se utiliza vacío y se mantiene entre 3 y 6 horas. El uso de vacío permite acelerar el secado y limitar las reacciones de oxidación. Transcurrido este tiempo, se saca la cápsula de la estufa y se traslada la muestra a un desecador, se la mantiene en el mismo hasta que la muestra alcance la temperatura ambiente para proceder a pesar posteriormente, este proceso se realiza por duplicado. El secado y pesado se van repitiendo hasta que dos

pesadas consecutivas sean constantes. En ese momento se sabrá que toda el agua del alimento ha sido extraída [2]. El contenido en agua de la muestra se calcula por diferencia de peso y se expresa en % de humedad (g de H<sub>2</sub>O/100 g de muestra):

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{peso agua en muestra}}{\text{peso muestra húmeda}} \times 100 \quad \text{Fórmula(2)}$$

En donde se expresa de la siguiente manera:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_m} \times 100 \quad \text{Fórmula (3)}$$

En donde:

P<sub>i</sub>: Peso de la cápsula + varilla + arena + muestra húmeda.

P<sub>f</sub>: Peso de la cápsula + varilla + arena + muestra seca.

P<sub>m</sub>: Peso de la muestra húmeda.

### **Grados Brix**

Los grados Brix es la medición en porcentaje por peso de sacarosa en una solución de agua pura [28]. El método de análisis utilizado fue el Refractométrico el cual se encuentra indicado en el AOAC Official Methods of Analysis con código AOAC 18th 932.14C.

Para realizar este método de medición se utiliza un Refractómetro de Abbé en el cual se realiza la medición de los grados Brix.

Previo a esto el equipo debe encontrarse calibrado. Posteriormente se seca la lente y se procede a dejar caer en la lente una gota del jugo de papaya y se realiza la lectura medida en el equipo. Los resultados fueron obtenidos en tiempo inicial y final del experimento y se realizaron análisis por duplicado [28].

### **Acidez Titulable Total**

Este método de análisis se encuentra indicado en el AOAC Official Methods of Analysis con código AOAC 19th 950.15 como Acidez Total en Bebidas no Alcohólicas.

Se determinó la acidez total por titulación con un álcali normalizado, con fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresan en mililitros de solución NaOH 0.1N, o como gramos por 100ml del ácido predominante [29]. En la papaya se expresa la acidez en gramos de ácido málico por 100 ml de jugo.

El peso equivalente en u.m.a. (unidad de masa atómica) del ácido málico es de 67. Los resultados fueron obtenidos en tiempo inicial y final del experimento y se realizaron análisis por duplicado [29].

**Procedimiento:**

- En un matraz erlenmeyer de 250 ml se coloca una alícuota de 10 ml de jugo. Luego se adicionan 40 ml de agua destilada, mezclar muy bien y agregar dos o tres gotas de fenolftaleína. Se realiza la titulación con solución estándar de NaOH 0.1N hasta el viraje de la fenolftaleína a un color rosado leve. Se repite la titulación con otra muestra y promediar los resultados. La fórmula para determinar la acidez total es la siguiente [29]:

$$\text{Acidez} = \frac{V \times N \times P_{\text{eq}}}{m} \quad \text{Fórmula (4)}$$

En donde:

V: Volúmen de la lectura de la titulación.

N: Normalidad del NaOH (0.1 N o aproximado)

$P_{\text{eq}}$ : u.m.a. del ácido de muestra (expresado en ácido málico)

m: Alícuota en ml de la muestra.

**Medición de la Firmeza o Textura**

Los términos firmeza, dureza y blandura se utilizan de manera tan amplia que se pueden obtener mediante una variedad de diferentes tipos de equipos [36].

El tipo de ensayo que se eligió para el presente trabajo de investigación fue de firmeza de acuerdo con el tamaño, forma, homogeneidad de la muestra, etc. y por lo tanto se puede derivar a un único accesorio de penetración [36].

Para la medición de la textura se utilizó un Texturómetro CT Brookfield<sup>®</sup>, en el cual se coloca un pedazo de muestra de papaya (3 cm de largo por 3 cm de ancho) y el funcionamiento del equipo, se da mediante un punzón que comprime la muestra y luego regresa a su posición inicial.

Con este método lo que se evalúa mediante la compresión de la muestra de papaya con piel tomada en el centro de la papaya es la respuesta gráfica que se obtiene frente a su desplazamiento y permite evaluar características mecánicas de texturas de la fruta. Los gráficos nos indican la cantidad de fuerza (Ne) necesaria para deformar la superficie de la pulpa de las papayas a una velocidad constante de 0,5 mm/s durante 30 segundos. La aguja utilizada para estos ensayos fue el punzón TA 41 de 6,5ml.





Figura 2.2. Texturómetro Brookfield® CT3

## 2.5. Elaboración de la Película a Base de Polisacáridos

Para la elaboración de esta película se realizaron a partir de 2 soluciones, la primera de gelatina de origen bovino y la segunda de almidón de yuca.

### Solución de Gelatina de Origen Bovino

Se realizó una solución de gelatina de origen bovino (con un poder gelificante de 200° Bloom aproximadamente) en agua destilada a una concentración del 2% de sólidos totales y se lo sometió a calentamiento a una temperatura de 80°C durante 30 minutos con agitación magnética.

### **Solución de Almidón de Yuca**

Se elaboró una solución de almidón de yuca en agua destilada a una concentración del 2% de sólidos totales y se lo sometió a baño maría durante 30 minutos, el agua del baño maría debe estar a una temperatura aproximada de  $90 \pm 5^{\circ}\text{C}$  para que la solución de almidón alcance como mínimo los  $80^{\circ}\text{C}$  que necesita el almidón para disolverse en agua.

### **2.6. Caracterización de la película a base de polisacáridos.**

Se dejaron enfriar ambas soluciones hasta temperatura ambiente aproximadamente y se procedió a mezclarlas en una relación 50:50 consiguiendo una dispersión al 2%. Se pesó el aceite esencial de orégano en relación al 0.5% del total de la mezcla y de igual manera, se pesó glicerina en relación al 0.5% del total de la mezcla. Se mezclaron la glicerina, el aceite esencial de orégano con las soluciones de almidón de yuca y gelatina de bovino.

Luego de mezclar todo lo antes descrito, se procede a homogeneizar la solución obtenida mediante un homogeneizador a 2400 rpm por 4 minutos aproximadamente para que la misma tenga todos sus componentes bien dispersos.

## **2.7. Aplicación de películas en los frutos**

Las papayas se colocaron en canastillas de manera individual y se procedió a recubrir con la dispersión mediante aspersión con atomizadores sobre la superficie de las papayas, este proceso se lo realiza durante tres ocasiones sobre cada papaya para formar una película con un espesor que permita la protección de la fruta.

Para realizar esto se realiza la aspersión sobre la fruta completa, luego se procede a secar mediante una corriente de aire a temperatura ambiente, una vez seca la dispersión sobre la fruta se realiza la siguiente aspersión de la solución nuevamente sobre la papaya, se deja secar por segunda ocasión y se realiza por tercera vez la aspersión de la solución sobre la fruta y el secado de la misma.

## **Análisis Microbiológicos**

### **Obtención y Aislamiento de Hongos a partir de la Maduración de la Papaya.**

En la primera fase de las experimentaciones se dejaron madurar papayas hasta que llegaron a su etapa senescencia y posteriormente a su pudrición con dos objetivos: el primero observar el número de

días que necesitan las papayas de la especie maradol para madurarse y el segundo observar los hongos que se van presentando sobre la superficie de las papayas, estos ensayos se realizaron a temperatura ambiente, 10 papayas por cada ensayo. Los hongos que se presentaron en mayor proporción sobre la superficie de las papayas fueron las especies *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium oxysporum*. Estos hongos fueron identificados en un Laboratorio de Fitopatología, posterior a su identificación fueron aisladas al momento de tomar las muestras de las superficies de las papayas y llevadas hacia el laboratorio microbiológico para sembrarlas en Agar Patata – Dextrosa (PDA) por el método de frotis.

### **Preparación del Agar Patata - Dextrosa (PDA)**

Para la preparación del Agar Patata - Dextrosa (PDA) se pesa en un matraz erlenmeyer 39 g de PDA en 1 l de agua destilada la cual debe ser neutra para garantizar el crecimiento de los hongos que serán objeto de nuestra fase experimental. El agua destilada utilizada es analizada en un pHmetro para garantizar la neutralidad del mismo. Posteriormente, la solución de PDA es llevada a calentamiento con agitación magnética hasta obtener una solución translúcida, este proceso tiene como nombre clarificación. Luego de obtener la solución clarificada, esta se la lleva a esterilización mediante un autoclave a

121°C durante 15 minutos con el fin de eliminar los posibles microorganismos presentes en la solución PDA. La solución una vez esterilizada se deja enfriar a una temperatura aproximada de 40°C y se coloca aproximadamente 30 g del agar en placas Petri estériles.

### **Siembra de los Hongos Aislados**

Para sembrar los hongos obtenidos en las superficies de las papayas, primeramente aislamos las manchas generadas por hongos, se realiza un frote o raspado de estas superficies con una asa de platino para luego ser frotadas directamente sobre el agar PDA estéril presente en las cajas Petri. Las placas Petri son colocadas en una incubadora en donde se las deja incubando a 24°C durante 7 días para que se produzca la esporulación de los hongos.

El proceso anteriormente descrito fue realizado por separado para los hongos de los géneros *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium oxysporum* dado a que se aislaron estos hongos previamente en la obtención de las muestras en la superficie de las papayas.

Una vez obtenidos los hongos *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium oxysporum* por separado, se procedió a realizar una segunda siembra a partir de los hongos obtenidos en la primera

siembra en donde se raspa ligeramente con una asa de platino la superficie de la capa de hongos presentes en la caja Petri y se coloca el producto raspado en otra caja Petri con PDA estéril. De igual manera se realiza una tercera siembra por frotis a partir de los hongos obtenidos en la segunda siembra para asegurar el crecimiento aislado de los hongos y posteriormente ser utilizados en la última etapa de la fase experimental. A continuación se pueden observar en las Figuras 2.3 y 2.4 los Hongos *Colletotrichum gloeosporioides* y el *Fusarium oxysporum* aislados de las papayas.



Figura 2.3. Observación microscópica del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. Fuente: Forestry Images ([www.forestryimages.org](http://www.forestryimages.org))



Figura 2.4. Observación microscópica del hongo *Fusarium oxysporum*. Fuente: Uniprot ([www.uniprot.org](http://www.uniprot.org))

### Velocidad de Infestación

Las papayas con recubrimiento se dividieron en 5 grupos, el primero que únicamente tiene un recubrimiento, dos grupos que fueron inoculadas mediante una asa de platino con los hongos *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium oxysporum* previamente aislados realizando 8 incisiones de 2 mm de profundidad cada una y a 3 cm de distancia la una de la otra, en estas papayas se observan y se realizan mediciones de los halos (manchas) producidas por estos hongos al crecer en la papaya tal como se observa el desarrollo de los hongos sobre las papayas en las Figuras 2.5 y 2.6.

Los últimos dos grupos a los cuales se colocaron los hongos *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium oxysporum* previamente aislados directamente sobre la superficie de las papayas recubiertas con el fin de observar si los mismos logran penetrar el recubrimiento sobre la fruta y llegar a contaminar la papaya.

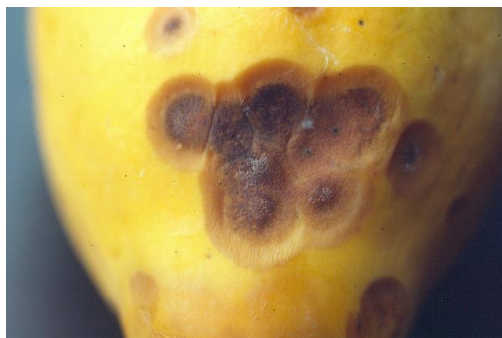


Figura 2.5. Manchas en la piel de una papaya sin protección producidas por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*



Figura 2.6. Manchas en la piel de una papaya sin protección producidas por el hongo *Fusarium oxysporum*

### **Evaluación sensorial**

Esta se realiza con las papayas con cobertura troceadas y peladas en muestras de 3 cm x 3 cm x 3 cm (largo x ancho x profundidad), las cuales se las colocó sobre platos pequeños para que puedan ser evaluados por el panel de degustación y calificar el sabor de la fruta, esta calificación daría un indicio de cómo ha variado el grado de maduración con respecto al tiempo y determinar si hay una variación del sabor al aplicarle el recubrimiento biodegradable.

El panel de degustación utilizado en esta evaluación sensorial fueron alumnos y docentes de la ESPOL los cuales realizaron la misma entre las 10:00 y 12:00 a la luz del día, los panelistas fueron evaluados en grupos entre 1 y 3 personas para evitar sugestionarse entre ellos.



El método que utilizamos para la evaluación sensorial es una prueba de aceptación / rechazo, el cual simplemente mide preferencias. Este método utiliza la medida de la reacción humana como elemento indirecto para evaluar el producto. Es una de las técnicas más utilizadas para la medición de la posible aceptación de un producto en el mercado, se le pide al consumidor que mida el nivel de agrado o desagrado con respecto al producto a través de una escala verbal-numérica que se encuentra explicada en el cuestionario suministrado en la figura 2.7.

NOMBRE: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_

CONTESTE LA SIGUIENTE PREGUNTA Y MARQUE CON UNA X EN LA ESCALA DEL 1 AL 5

EL SABOR DE LA PAPAYA

- 5  ME GUSTA MUCHO
- 4  ME GUSTA MODERADAMENTE
- 3  NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA
- 2  ME DISGUSTA MODERADAMENTE
- 1  ME DISGUSTA MUCHO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Figura 2.7. Hoja de campo de aceptación / rechazo utilizada durante la evaluación sensorial. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

La escala que elaboramos tiene 5 puntos o medidas de aceptación, El número de puntos es impar para que el que se encuentre central sea un punto neutral de aceptación.

# **CAPITULO 3**

## **3. DATOS OBTENIDOS DE LOS EXPERIMENTOS**

### **3.1. Caracterización de la papaya con recubrimiento a base de polisacáridos.**

Las papayas con recubrimiento biodegradable fueron de aspecto brillante y con buen estado organoléptico (maduración, sabor y textura).

### **3.2. Pérdida de Peso**

Se realizó la medición de la pérdida de peso mediante diferencias en los pesos que se obtenían a diario, partiendo de un peso inicial en cada una de las papayas que fueron objeto de este estudio, en total 10 unidades. En la Tabla 3.1, se indican los pesos que se obtuvieron

en las papayas sin recubrimiento con respecto al tiempo en días llegando al día 5, que es hasta cuando ya no se las pudo pesar debido a que llegaron a su etapa de madurez y comenzaron a presentar inicio de infestación por mohos.

**TABLA 3.1.**  
**PESOS PAPAYAS SIN RECUBRIMIENTO CON RESPECTO AL TIEMPO**

No. PAPAYA	PESO (g)				
	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
1	2367,3	2355	2338,3	2317,2	2302,7
2	2535,4	2518,6	2492,9	-	-
3	2952,8	2940,5	2922,5	2899,9	2883,9
4	2426,8	2411	2388,6	2358,7	2339,1
5	2311,3	2293,4	2270,8	2244,1	2225,2
6	2580,2	2562,9	2538,7	2509,8	2489,6
7	2507,1	2488,2	2463,7	2434,4	2414,9
8	2367,3	2355	2338,3	2317,2	2302,7
9	2952,8	2940,5	2922,5	2899,9	2883,9
10	2311,3	2293,4	2270,8	2244,1	2225,2
<b>PROMEDIO</b>	<b>2531,2</b>	<b>2515,9</b>	<b>2494,7</b>	<b>2222,5</b>	<b>2206,7</b>
<b>DESV. EST.</b>	<b>240,3</b>	<b>241,6</b>	<b>242,5</b>	<b>818,0</b>	<b>812,9</b>

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014

En la Tabla 3.2 se muestran los pesos obtenidos en las papayas con recubrimiento con respecto al tiempo en días.

**TABLA 3.2.**  
**PESOS DE LAS PAPAYAS CON RECUBRIMIENTO CON RESPECTO AL TIEMPO.**

No. PAPAYA	PESO (g)										
	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11
1	1889,3	1880,6	1870,5	1854,1			1828,4	1815,8	-	-	-
2	2182,3	2171,4	2159,2	2145,3			2105,5	2090,1	-	-	-
3	2172,9	2159,8	2145,8	2131,6			2091,4	2076,7	2061,8	2046	2026,4
4	1908,4	1896,7	1885	1873,2			1840,6	1828,7	1816,2	1802,5	1787,3
5	2031,1	2019,7	2009,6	1995,4			1964,8	1948,6	1931,5	1917,6	1899,7
6	1898,9	1888,7	1877,5	1866,4			1831,9	1819,5	1802,1	1789,9	1772,3
7	1960,2	1948,6	1937,6	1924,8			1891,3	1883,7	1861	1847,2	1828,6
8	2177,6	2166,7	2155,2	2135,3			2104,9	2081,6	2067,2	2048,8	2031
9	2106,7	2095,7	2083,6	2070,2			2027,3	2013,1	2000,4	1987,2	1961,4
10	2035,9	2024,6	2015,1	1998,4			1962,6	1947,6	1935,3	1916,5	1899,6
<b>PROMEDIO</b>	2036,3	2025,3	2013,9	1999,5			1964,9	1950,5	1934,4	1919,5	1900,8
<b>DESV. EST.</b>	119,1	118,5	117,8	116,7			113,8	111,1	103,6	102,1	100,7

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014

Cabe indicar que en los días 5 y 6 no se obtuvieron datos debido a que fueron los días de fin de semana en donde no se pueden controlar. Cabe indicar que se tomaron los pesos hasta el día 11 donde aún se podían manipular las papayas por no presentar ningún desarrollo de moho. Con los pesos obtenidos anteriormente podemos aplicar la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de pérdida de peso:

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{P_0 - P_f}{P_0} \times 100\% \quad (\text{Fórmula 1})$$

En donde:

$P_0$ : Peso inicial de la fruta.

$P_f$ : Peso actual de la fruta.

Los resultados de este cálculo se muestran en los Gráficos 3.1 y 3.2 se observan las tendencias de la pérdida de peso en las papayas sin y con recubrimiento respectivamente.

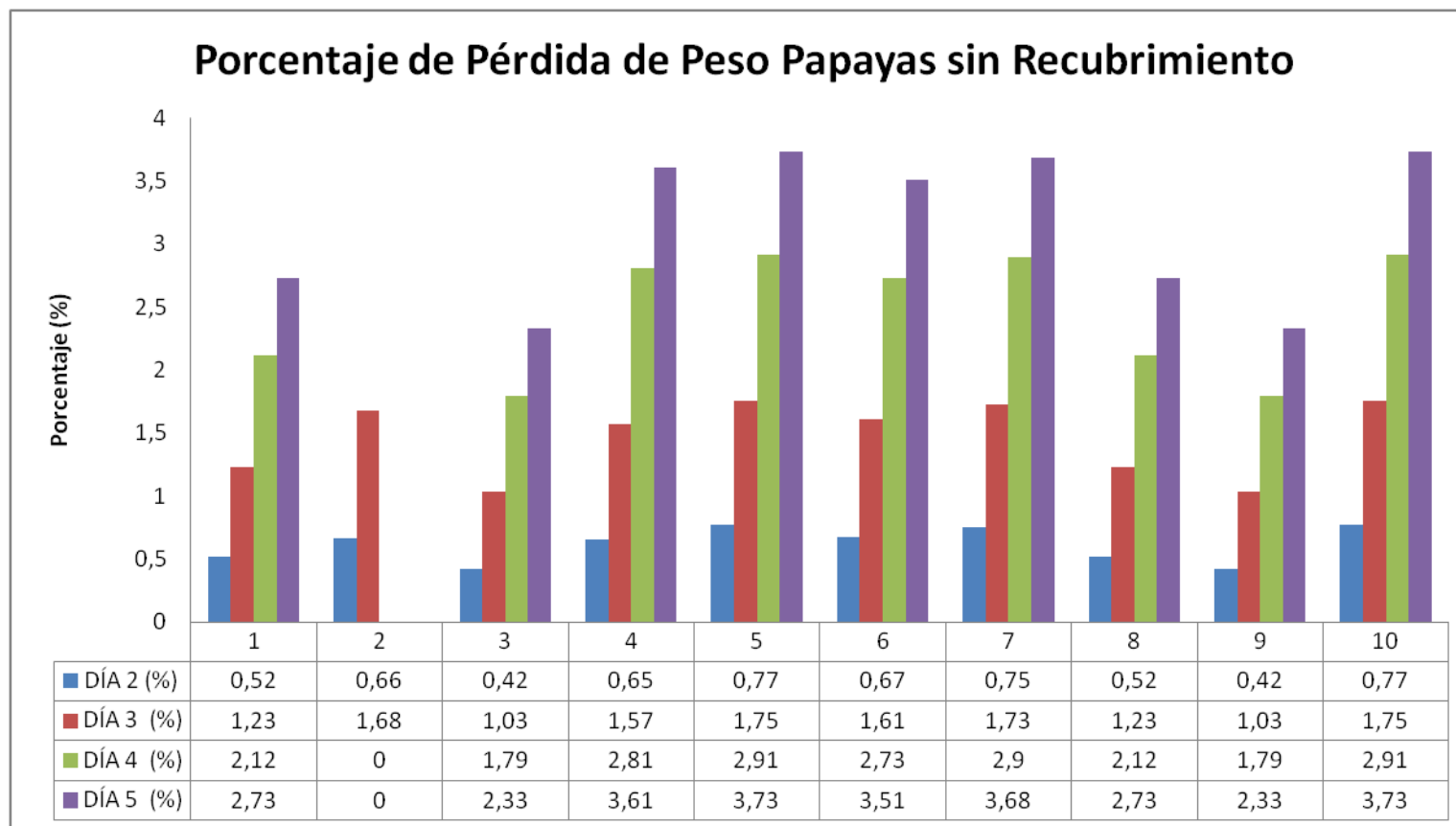


Gráfico 3.1. Porcentaje de pérdida de peso en papayas sin recubrimiento.  
Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014

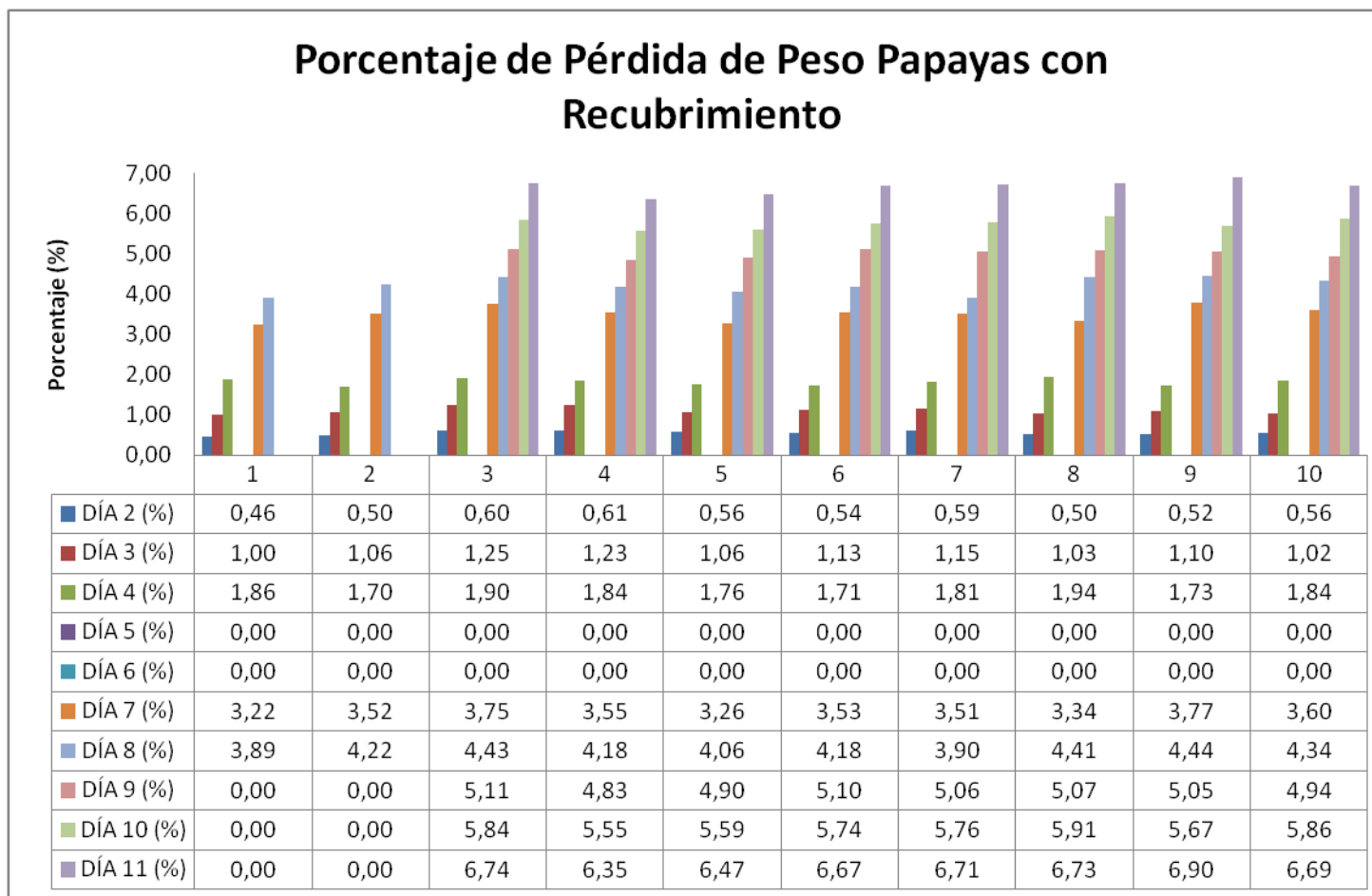


Gráfico 3.2. Porcentaje de pérdida de peso en papayas con recubrimiento.

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014



Tal como podemos observar en las gráficas anteriores, las papayas sin recubrimiento tuvieron una mayor pérdida de peso con respecto al tiempo a diferencia de las papayas con recubrimiento, las cuales tuvieron un menor cambio en su pérdida de peso además con un tiempo de vida útil más largo ya que se pesaron hasta el día 10 que las papayas conservaran sus características de maduración sin presencia de infestación por mohos.

### 3.3. Cambios de la Humedad

Los datos de humedad se obtuvieron por análisis en un laboratorio certificado 17025, (Ver Anexo 3) fueron obtenidos en tiempo inicial y final para cada uno de sus tratamientos (con y sin recubrimiento) por duplicado tal como se indica en la Tabla 3.3 y 3.4.

**TABLA 3.3.  
PORCENTAJE HUMEDAD PAPAYAS SIN RECUBRIMIENTO**

No. ANALISIS	% HUMEDAD	
	TIEMPO INICIAL (DÍA 1)	TIEMPO FINAL (DÍA 5)
1	92,65%	89,99%
2	91,51%	88,57%
<b>PROMEDIO</b>	<b>92,08%</b>	<b>89,28%</b>
<b>DESV. EST.</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

**TABLA 3.4.  
PORCENTAJE HUMEDAD PAPAYAS CON RECUBRIMIENTO**

No. ANALISIS	% HUMEDAD	
	TIEMPO INICIAL (DÍA 1)	TIEMPO FINAL (DÍA 11)
<b>1</b>	94,28%	92,87%
<b>2</b>	93,12%	91,63%
<b>PROMEDIO</b>	<b>93,70%</b>	<b>92,25%</b>
<b>DESV. EST.</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

Como podemos apreciar en los resultados obtenidos en el análisis de las papayas con recubrimiento, estas conservaron su porcentaje de humedad a diferencia de las papayas sin recubrimiento las cuales pierden humedad con mayor facilidad.

### **3.4. Cambios de Sólidos Solubles**

Los grados Brix se obtuvieron mediante un laboratorio certificado 17025, (Ver Anexo 3) estos datos se obtuvieron en tiempo inicial (día 1) y tiempo final (día 5) en papayas sin recubrimiento y tiempo inicial (día 1) y tiempo final (día 11) en las papayas con recubrimiento los cuales se realizaron por duplicado tal como se indica en la Tabla 3.5 y 3.6.

**TABLA 3.5.**  
**GRADOS BRIX EN PAPAYAS SIN RECUBRIMIENTO**

No. ANALISIS	GRADOS BRIX	
	TIEMPO INICIAL (DÍA 1)	TIEMPO FINAL (DÍA 5)
1	8,2	10,5
2	7,4	9,9
<b>PROMEDIO</b>	<b>7,8</b>	<b>10,2</b>
<b>DESV. EST.</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

**TABLA 3.6.**  
**GRADOS BRIX EN PAPAYAS CON RECUBRIMIENTO**

No. ANALISIS	GRADOS BRIX	
	TIEMPO INICIAL (DÍA 1)	TIEMPO FINAL (DÍA 11)
1	6,4	8,1
2	6,0	7,1
<b>PROMEDIO</b>	<b>6,2</b>	<b>7,6</b>
<b>DESV. EST.</b>	<b>0,3</b>	<b>0,7</b>

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

Como podemos apreciar en los resultados obtenidos en las papayas con recubrimiento, estas poseen menor cantidad de grados Brix en mayor tiempo a diferencia de las papayas sin recubrimiento las cuales se maduran con mayor rapidez.

### 3.5. Cambios de Acidez

Los resultados de Acidez Total que se obtuvieron mediante el análisis en laboratorio 17025 (Ver Anexo 3), que se realizó en tiempo inicial y

final para cada uno de sus tratamientos (con y sin recubrimiento) por duplicado tal como se indica en la Tabla 3.7 y 3.8.

**TABLA 3.7.**  
**ACIDEZ TOTAL EN PAPAYAS SIN RECUBRIMIENTO**

No. ANALISIS	% ACIDEZ	
	TIEMPO INICIAL (DÍA 1)	TIEMPO FINAL (DÍA 5)
1	0,21%	0,07%
2	0,25%	0,07%
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,23%</b>	<b>0,07%</b>
<b>DESV. EST.</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

**TABLA 3.8.**  
**ACIDEZ TOTAL EN PAPAYAS CON RECUBRIMIENTO**

No. ANALISIS	% ACIDEZ	
	TIEMPO INICIAL (DÍA 1)	TIEMPO FINAL (DÍA 11)
1	0,29%	0,17%
2	0,27%	0,21%
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,28%</b>	<b>0,19%</b>
<b>DESV. EST.</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

Como podemos apreciar en los resultados obtenidos, las papayas con recubrimiento poseen un mayor porcentaje de acidez a diferencia de las papayas sin recubrimiento las cuales poseen menor grado de acidez, con estos resultados podemos indicar que estos pueden ser atacados por microorganismos patógenos (hongos) con mayor facilidad.

### 3.6. Cambios en la Firmeza

Para la medición de la textura se utilizó un Texturómetro CT Brookfield<sup>®</sup>, en el cual se coloca un pedazo de muestra de papaya de 3 cm de largo por 3 cm de ancho el equipo, con un punzón, comprime la muestra y luego regresa a su posición inicial dando como resultado una medida de fuerza (N).

Con este método lo que se evaluó mediante el método de la compresión mecánica de la muestra de papaya con piel tomada que fue tomada en el centro de la papaya es la respuesta gráfica que se obtiene frente al desplazamiento y evaluando las características de las texturas de la fruta.

Los gráficos nos indican la cantidad de fuerza (N) necesarias para deformar la superficie de la pulpa de la papaya a una velocidad constante de 0,5 mm/s durante 30 segundos utilizando para los ensayos el punzón TA 41 de 6,5mm de diámetro.

Los datos fueron obtenidos mediante el software del equipo Brookfield<sup>®</sup> en donde se toman los datos que se anotaron en una gráfica con datos en excel tomando 8 segundos en llegar a estos valores estimados obtenidos en los ensayos.

Estos experimentos fueron divididos en cuatro secciones: 1. Las papayas verdes sin recubrimiento, 2. Las papayas maduras sin recubrimiento, 3. Las papayas verdes con recubrimiento y 4. Las papayas maduras con recubrimiento. A continuación se presenta la Tabla 3.9 y el Gráfico 3.3 con los resultados obtenidos en las papayas sin recubrimiento (SR).

**TABLA 3.9.**  
**TEXTURA (Ne) PAPAYAS SR EN TIEMPO INICIAL  $t_i$  (0 DÍAS) Y**  
**TIEMPO FINAL  $t_f$  (5 DÍAS)**

No. PAPAYA	Tiempo	
	$t_i$	$t_f$
P1	1,422	0,802
P2	1,869	1,184
P3	2,307	0,869
<b>PROMEDIO</b>	<b>1,866</b>	<b>0,952</b>
<b>DESV. EST.</b>	<b>0,443</b>	<b>0,204</b>

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

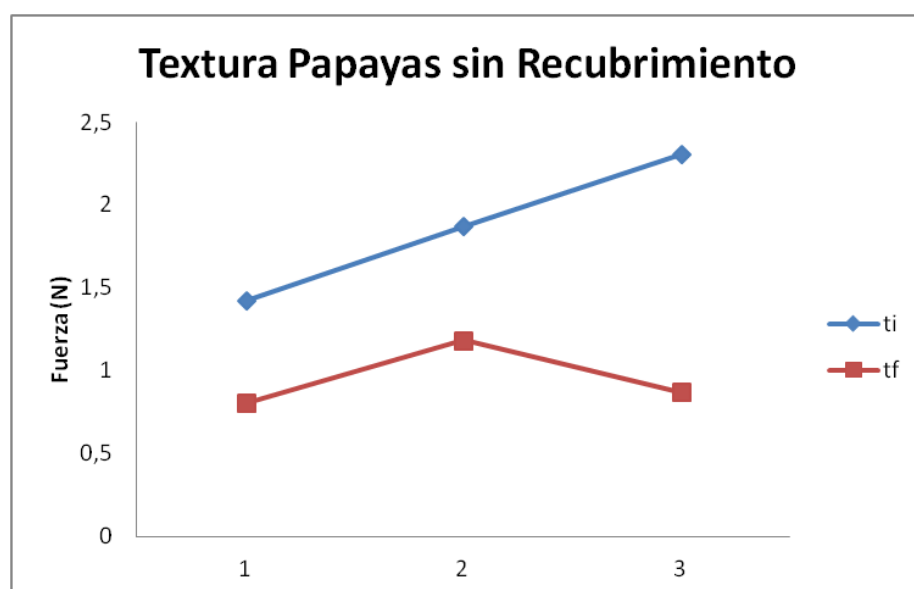


Gráfico 3.3. Textura en papayas SR en tiempo inicial  $t_i$  (0 días) y tiempo final  $t_f$  (5 días). Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014

A continuación se presenta la Tabla 3.10 y el Gráfico 3.4 con los resultados obtenidos en las papayas con recubrimiento (CR).

**TABLA 3.10.**  
**TEXTURA EN PAPAYAS CON RECUBRIMIENTO EN TIEMPO INICIAL  $T_i$  (0 DÍAS) Y TIEMPO FINAL  $T_f$  (11 DÍAS).**

No. PAPAYA	Tiempo	
	$t_i$	$t_f$
P1	1,689	1,066
P2	2,294	0,946
P3	2,411	0,944
<b>PROMEDIO</b>	<b>2,131</b>	<b>0,985</b>
<b>DESV. EST.</b>	<b>0,388</b>	<b>0,070</b>

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

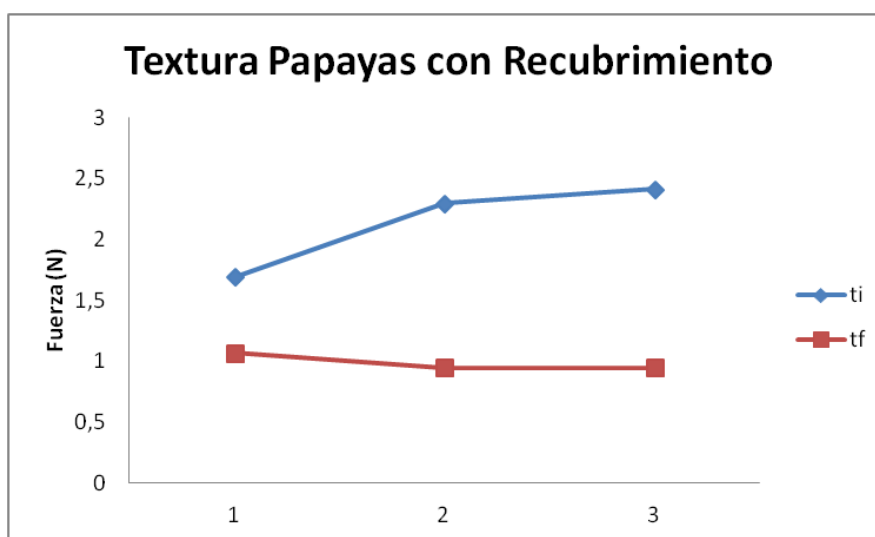


Gráfico 3.4. Textura en papayas con recubrimiento en tiempo inicial  $t_i$  (0 días) y tiempo final  $t_f$  (11 días). Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014

### 3.7. Cambios en el Color.

El cambio de Coloración en las papayas se obtuvieron a través de una escala Pantone® de coloración, y luego esta fue convertida a una

escala de coordenadas CIE L\*a\*b\*. Las tablas 3.11, 3.12, 3.13 y los gráficos 3.5, 3.6 y 3.7 nos indican el cambio de coloración de las papayas sin ninguna clase de recubrimiento con respecto al tiempo hasta llegar a la senescencia de las mismas. Cabe indicar que ciertas papayas llegaron a su etapa de senescencia más rápido que otras.

**TABLA 3.11.**  
**CAMBIO DE COLORACIÓN EN LAS PAPAYAS SIN RECUBRIMIENTO CON RESPECTO AL TIEMPO**

No. PAPAYA \ DÍAS	DÍAS				
	1	2	3	4	5
1	Green	Light Green	Yellow-Green	Yellow	Orange
2	Green	Light Green	Yellow-Green	-	-
3	Green	Light Green	Yellow-Green	Yellow	Orange
4	Green	Light Green	Yellow-Green	Yellow	Orange
5	Green	Light Green	Yellow-Green	Yellow	Orange
6	Green	Light Green	Yellow-Green	Yellow	Orange
7	Green	Light Green	Yellow-Green	Yellow	Orange
8	Green	Light Green	Yellow-Green	Yellow	Orange
9	Green	Light Green	Yellow-Green	Yellow	Orange
10	Green	Light Green	Yellow-Green	Yellow	Orange

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

**TABLA 3.12.**  
**CAMBIO DE COLORACIÓN EN PAPAYAS SIN RECUBRIMIENTO CON RESPECTO AL TIEMPO EN ESCALA PANTONE®.**

No. PAPAYA \ DÍAS	DÍAS				
	1	2	3	4	5
1	364 C	377 C	103 C	123 C	1235 C
2	364 C	377 C	103 C	-	-
3	364 C	377 C	377 C	123 C	1235 C
4	364 C	3975 C	103 C	123 C	1235 C
5	364 C	377 C	397 C	123 C	1235 C
6	364 C	377 C	103 C	123 C	1235 C
7	364 C	377 C	103 C	123 C	1235 C
8	364 C	377 C	103 C	123 C	1235 C
9	364 C	377 C	377 C	123 C	1235 C
10	364 C	377 C	397 C	123 C	1235 C

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.



**TABLA 3.13.**  
**CAMBIO DE COLORACIÓN EN LAS PAPAYAS SIN RECUBRIMIENTO CON RESPECTO AL TIEMPO**  
**EXPRESADO EN ESCALA DE COORDENADAS CIE L\*a\*b\*.**

No. PAPAYA \ DÍAS	COORDENADAS CIE L*a*b*														
	1			2			3			4			5		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
PAPAYA 1	37	-42	43	60	-35	61	69	22	74	78	17	80	75	24	75
PAPAYA 2	37	-42	43	60	-35	61	69	22	74	-	-	-	-	-	-
PAPAYA 3	37	-42	43	60	-35	61	60	-35	61	78	17	80	75	24	75
PAPAYA 4	37	-42	43	69	-12	71	69	22	74	78	17	80	75	24	75
PAPAYA 5	37	-42	43	60	-35	61	80	-19	65	78	17	80	75	24	75
PAPAYA 6	37	-42	43	60	-35	61	69	22	74	78	17	80	75	24	75
PAPAYA 7	37	-42	43	60	-35	61	69	22	74	78	17	80	75	24	75
PAPAYA 8	37	-42	43	60	-35	61	69	22	74	78	17	80	75	24	75
PAPAYA 9	37	-42	43	60	-35	61	60	-35	61	78	17	80	75	24	75
PAPAYA 10	37	-42	43	60	-35	61	80	-19	65	78	17	80	75	24	75

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

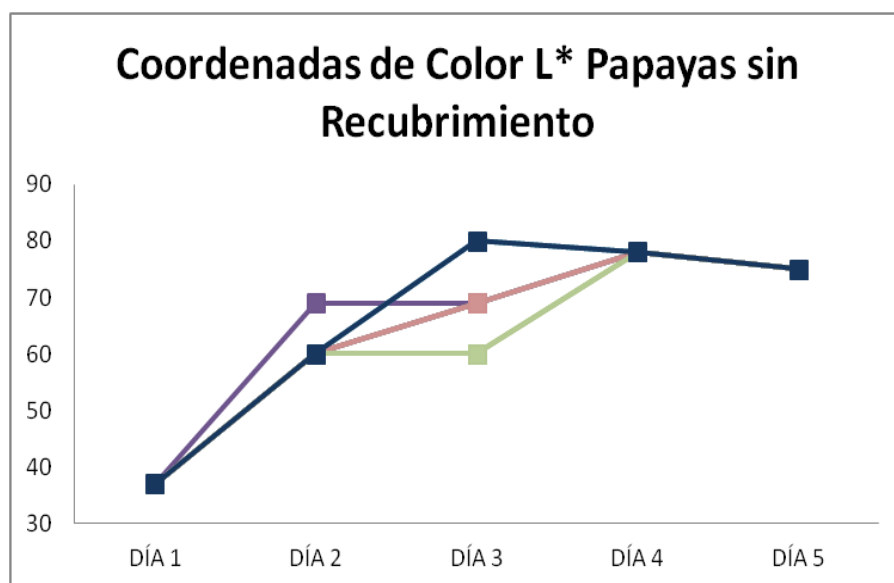


Gráfico 3.5. Coordenadas de color L\* en escala CIE L\*a\*b\* en papayas sin recubrimiento. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

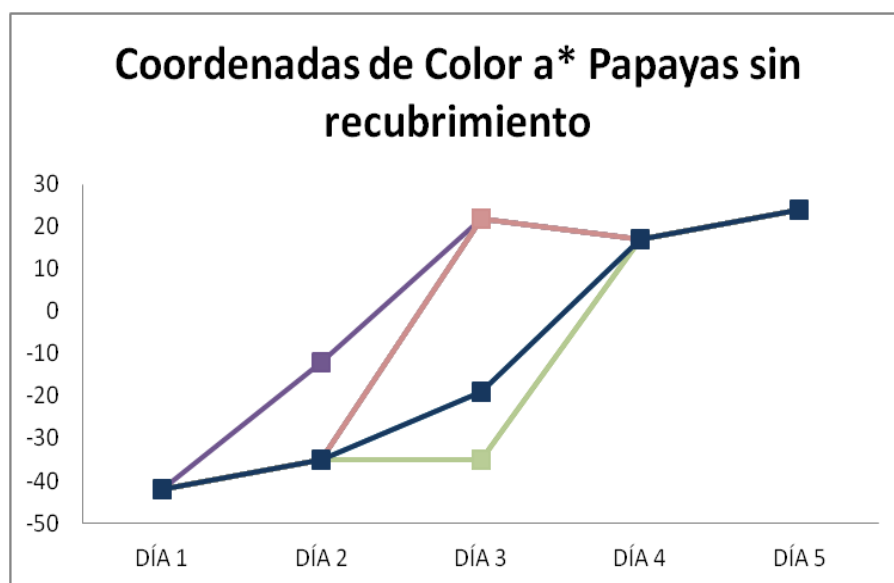


Gráfico 3.6. Coordenadas de color a\* en escala CIE L\*a\*b\* en papayas sin recubrimiento. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

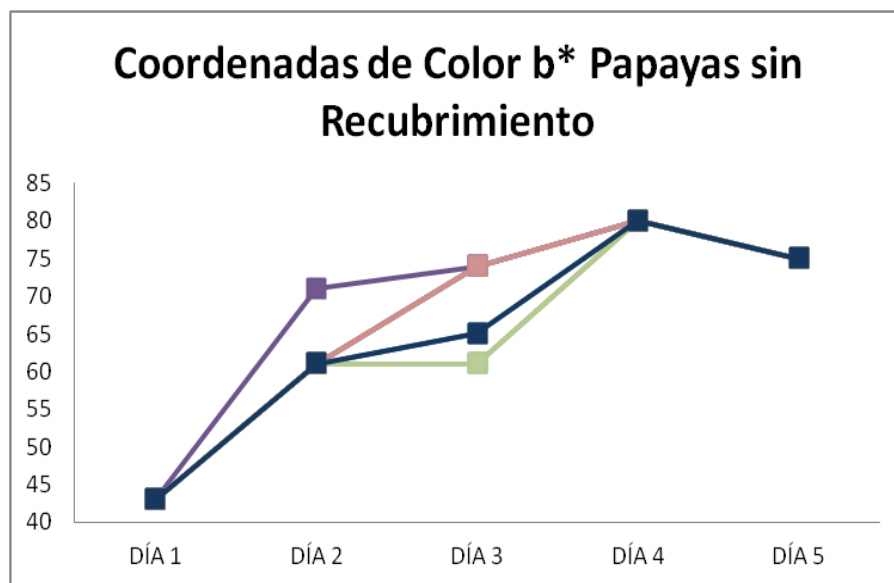


Gráfico 3.7. Coordenadas de color b\* en escala CIE L\*a\*b\* en papayas sin recubrimiento. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

A continuación en las tablas 3.14, 3.15 y 3.16 y los gráficos 3.8, 3.9 y 3.10 se indican el cambio de coloración de las papayas con recubrimiento a través de los días, en estas papayas se observaron que los cambios en su coloración eran menos acelerados que las papayas que no tuvieron ninguna clase de recubrimiento además fueron mucho más uniformes.

**TABLA 3.14**  
**CAMBIO DE COLORACIÓN EN PAPAYAS CR CON RESPECTO AL TIEMPO.**

No. PAPAYA	DÍAS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1					-	-			-	-	-
2					-	-			-	-	-
3					-	-					
4					-	-					
5					-	-					
6					-	-					
7					-	-					
8					-	-					
9					-	-					
10					-	-					

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

**TABLA 3.15.**  
**CAMBIO DE COLORACIÓN EN PAPAYAS CR CON RESPECTO AL TIEMPO EN ESCALA PANTONE®.**

No. PAPAYA	DÍAS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PAPAYA 1	377 C	377 C	377 C	384 C	-	-	130 C	123 C	-	-	-
PAPAYA 2	377 C	377 C	377 C	384 C	-	-	130 C	123 C	-	-	-
PAPAYA 3	377 C	377 C	377 C	384 C	-	-	130 C	123 C	123 C	123 C	1375 C
PAPAYA 4	377 C	377 C	377 C	384 C	-	-	130 C	130 C	123 C	123 C	1375 C
PAPAYA 5	377 C	377 C	377 C	384 C	-	-	130 C	123 C	123 C	123 C	1375 C
PAPAYA 6	377 C	377 C	377 C	384 C	-	-	130 C	123 C	123 C	123 C	1375 C
PAPAYA 7	377 C	377 C	377 C	384 C	-	-	130 C	123 C	123 C	123 C	1375 C
PAPAYA 8	377 C	377 C	377 C	384 C	-	-	130 C	123 C	123 C	123 C	1375 C
PAPAYA 9	377 C	377 C	377 C	384 C	-	-	130 C	130 C	123 C	123 C	1375 C
PAPAYA 10	377 C	377 C	377 C	384 C	-	-	130 C	130 C	123 C	123 C	1375 C

Realizado por S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

TABLA 3.16.

**CAMBIO DE COLORACIÓN EN LAS PAPAYAS CR CON RESPECTO AL TIEMPO EXPRESADO EN ESCALA  
DE COORDENADAS CIE L\*a\*b\*.**

No. PAPAYA	Papaya 1			Papaya 2			Papaya 3			Papaya 4			Papaya 5			Papaya 6			Papaya 7			Papaya 8			Papaya 9			Papaya 10								
	DÍAS	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*								
1	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61			
2	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61
3	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61	60	-35	61
4	71	-17	73	71	-17	73	71	-17	73	71	-17	73	71	-17	73	71	-17	73	71	-17	73	71	-17	73	71	-17	73	71	-17	73	71	-17	73	71	-17	73
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
7	81	10	82	81	10	82	81	10	82	81	10	82	81	10	82	81	10	82	81	10	82	81	10	82	81	10	82	81	10	82	81	10	82			
8	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80			
9	-	-	-	-	-	-	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80			
10	-	-	-	-	-	-	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80	78	17	80			
11	-	-	-	-	-	-	65	35	71	65	35	71	65	35	71	65	35	71	65	35	71	65	35	71	65	35	71	65	35	71	65	35	71			

Realizado por S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

A partir del día 9, el 20% de las papayas llegaron a su etapa de senescencia, por lo cual la toma de datos en las mismas llegó a su fin. A continuación en los Gráficos 6, 7 y 8 se muestran las coordenadas de colores CIE L\*a\*b\* obtenidas durante la observación en el cambio de coloración en las papayas CR.

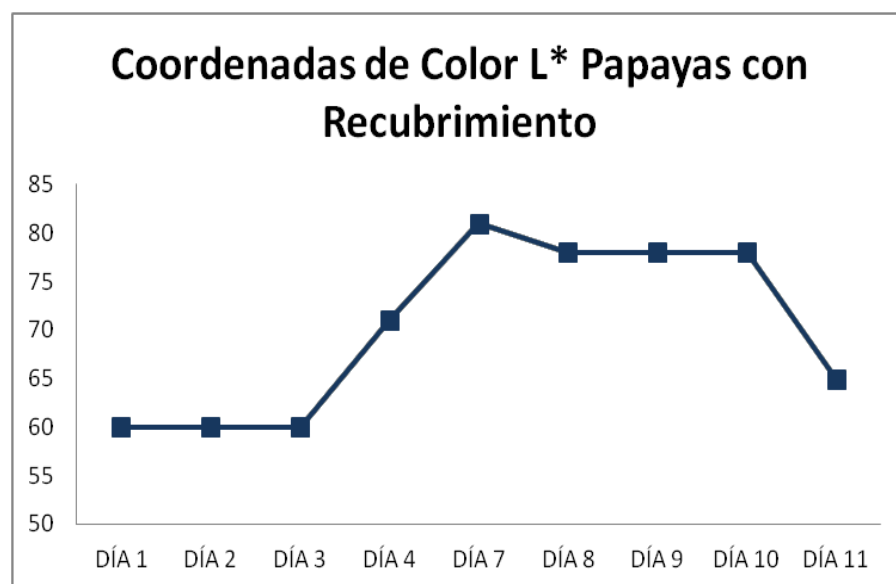


Gráfico 3.8. Coordenadas de color L\* en escala CIE L\*a\*b\* en papayas sin recubrimiento. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

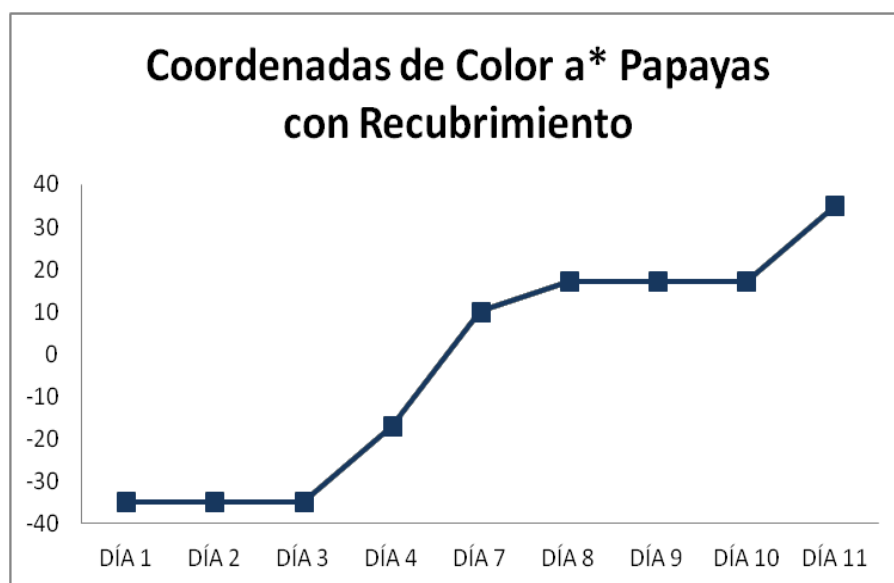


Gráfico 3.9. Coordenadas de color a\* en escala CIE L\*a\*b\* en papayas con recubrimiento. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

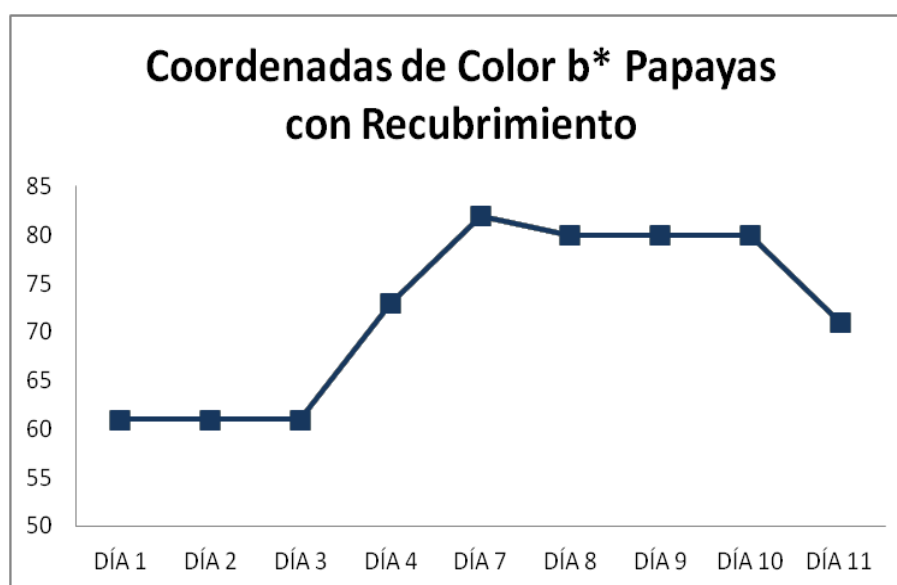


Gráfico 3.10. Coordenadas de color b\* en escala CIE L\*a\*b\* en papayas con recubrimiento. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

### 3.8. Resultados Microbiológicos

#### Velocidad de Infestación

Para esta prueba inicialmente se expusieron a las papayas sin recubrimiento a la acción de los hongos que se encuentran normalmente en las papayas una vez que se infestaron se procedió a aislar e identificar por observación por microscopio por patología el hongo desarrollado y que fuera repetitiva en las papayas. Los hongos mayormente presentados en las papayas fueron el *Colletotrichum gloeosporioides* (CG) y el *Fusarium oxysporum* (FOG) los que se desarrollaron a partir del día 4 de almacenamiento de las papayas.

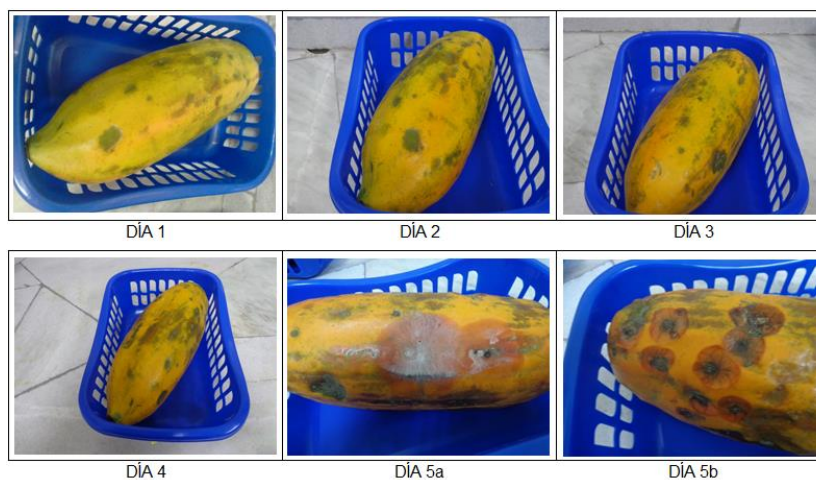


Figura 3.1. Aparición de hongos en papayas sin recubrimiento con respecto al tiempo en días, en el día 5a se muestra el crecimiento del hongo *Fusarium oxysporum* mientras que en la figura 5b se muestra el crecimiento del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.



Tal como se puede apreciar en la figura anterior la velocidad de infestación de CG y FOG es rápida, ya que al tercer día ya existió presencia de la patología propia de los 2 hongos antes mencionados. El ensayo fue realizado a temperatura promedio de 22°C y 65% de HR.

Posteriormente se procedió a aislar los 2 hongos *Colletotrichum gloeosporioides* y el *Fusarium oxysporum*, sembrándolos por frotis en agar Patata Dextrosa y guardándolos en una incubadora a temperaturas entre 22 a 25°C durante 5 días para su esporulación, esta operación se realiza en 3 ocasiones. Estos hongos aislados fueron los que se utilizaron para la inoculación de las papayas.

Este ensayo se realizó de la siguiente manera: Todas las papayas en los 2 ensayos fueron recubiertas por la emulsión.

- 1) Primero se tomaron las papayas y se realizaron incisiones de 2 mm en la piel de las papayas separadas 3 cm de cada una y se procedió a inocular los hongos *Colletotrichum gloeosporioides*. En otras los hongos *Fusarium oxysporum* por separado mediante una asa de platino.

- 2) El otro grupo correspondía a las papayas a las que se les realizó un frote de los hongos encima de la piel de las papayas recubiertas cuidando de no hacer daño con los hongos *Colletotrichum gloeosporioides* y en otras los hongos *Fusarium oxysporum* por separado.

A continuación en la Figura 3.2 se puede observar los resultados de la velocidad de infestación en las papayas con recubrimiento inoculadas por incisión con CG en donde se muestran las apariciones de las patologías propios del CG hasta llegar a infestar las papayas.

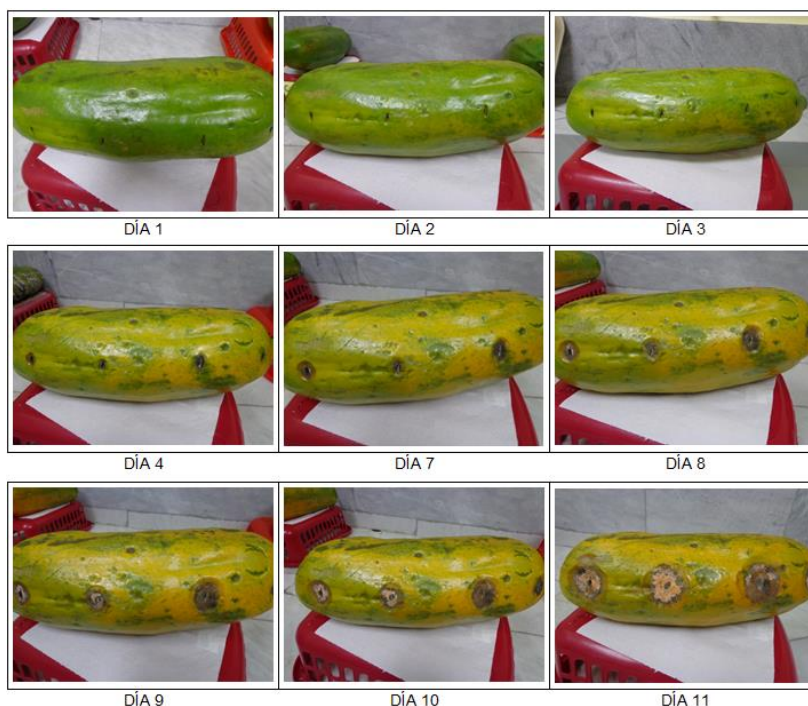


Figura 3.2. Aparición de CG en papayas recubiertas inoculadas por incisión, en las figuras se muestra la evolución de los halos formados por estos hongos con respecto al tiempo. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

A continuación se presenta la Figura 3.3 en las cuales se presentan los resultados de la velocidad de infestación en las papayas con recubrimiento inoculadas con FOG en donde se muestran las apariciones de las patologías propios del FOG hasta llegar a infestar las papayas.

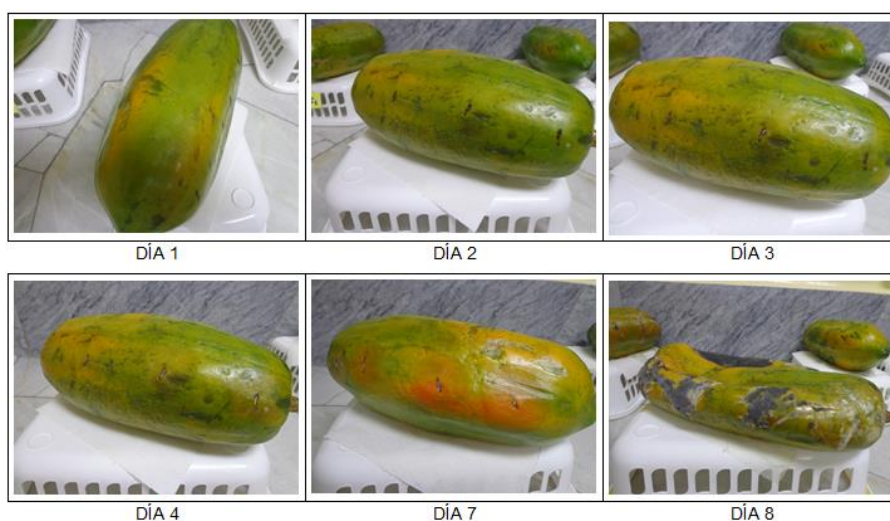


Figura 3.3. Aparición de FOG en papayas recubiertas inoculadas por incisión, en las imágenes se muestra la evolución de la patología formada por estos hongos con respecto al tiempo. Realizado por; S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

A continuación se presenta la Figura 3.4 en las cuales se presentan los resultados de la velocidad de infestación en las papayas con recubrimiento frotadas superficialmente con CG, en este caso no se presentaron patologías propias de este hongo.



Figura 3.4. Aparición de CG en papayas recubiertas frotadas superficialmente, en las imágenes se muestra la evolución de la patología formada por estos hongos con respecto al tiempo.  
Realizado por S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

A continuación se presenta la Figura 3.5 en las cuales se presentan los resultados de la velocidad de infestación en las papayas con recubrimiento frotadas superficialmente con FOG, en este caso no se presentaron patologías propias de este hongo.

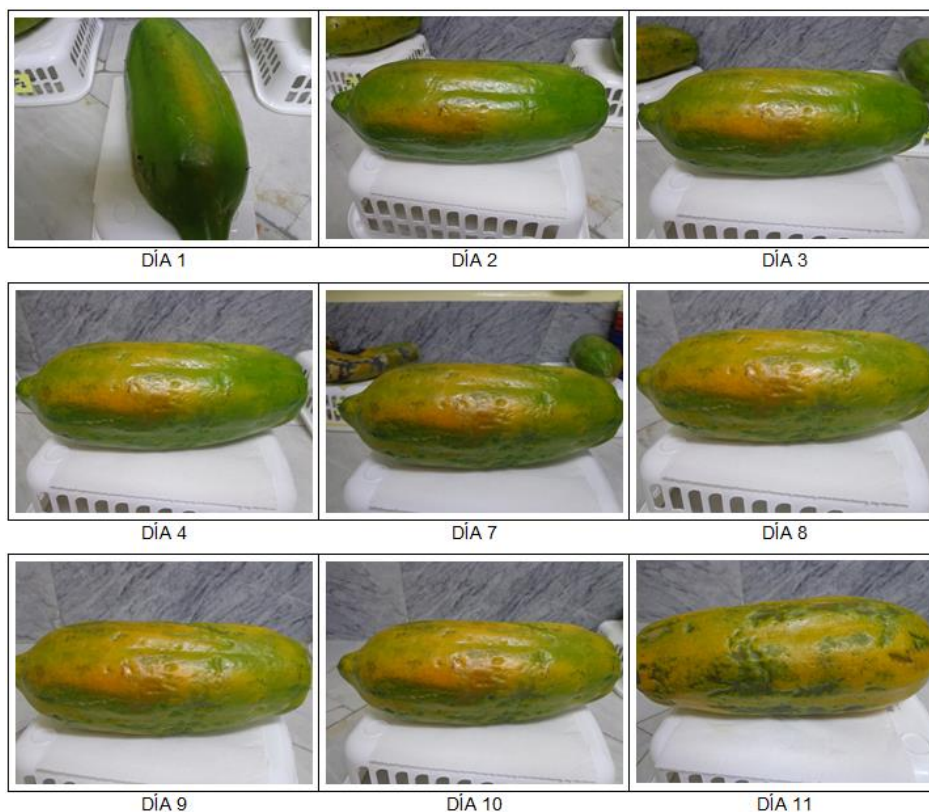


Figura 3.5. Aparición de FOG en papayas recubiertas frotadas superficialmente, en las imágenes se muestra la evolución de la patología formada por estos hongos a con respecto al tiempo. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

Tal como se puede apreciar en las figuras mostradas, la cobertura biodegradable formada por almidón de yuca, gelatina de bovino, aceite esencial de orégano y glicerina como plastificante base de este proyecto de investigación, no presenta ninguna clase de protección ante los hongos inoculados, sin embargo, representa una protección significativa ante los hongos que fueron frotados sobre la superficie de las papayas con recubrimiento.

Adicionalmente se realiza una medición de los halos de infestación formados por los hongos en las papayas que fueron inoculadas por incisión con los hongos *Colletotrichum gloeosporioides* y el *Fusarium oxysporum*, en la Tabla 3.17 se muestran los resultados de esta observación en las cuales se mide el diámetro en cm.

**TABLA 3.17.**  
**MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DE HALOS FORMADOS POR LOS HONGOS *Colletotrichum gloeosporioides* Y *Fusarium oxysporum* EN PAPAYAS CON RECUBRIMIENTO INOCULADAS A PARTIR DE SU PRIMER DÍA DE APARICIÓN**

MUESTRA	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11
	D [cm]	D [cm]	D [cm]	D [cm]	D [cm]
<b>CG</b>	1,50	2,00	2,45	3,25	5,00
<b>FOG</b>	2,55	3,45	-	-	-

Realizado por: S Pinargote – M. Gálvez



Figura 3.6. Halo formado por el hongo CG en su último día de maduración. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.



Figura 3.7. Halo formado por el hongo FOG en su último día de maduración. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

En el caso de las papayas con recubrimiento que fueron frotadas superficialmente con los hongos, no aparecieron las formas patológicas de los hongos CG y FOG, por lo cual podemos deducir que el recubrimiento tiene un efecto antifúngico ante los hongos que se encuentran en el ambiente y que pueden llegar a contaminar a las papayas. No siendo el caso de las inoculadas por incisión como lo muestran las figuras 3.6 y 3.7 y las papayas sin recubrimiento que sí son infectados por los hongos mencionados.

### **3.9. Evaluación Sensorial**

Los resultados de la evaluación sensorial se realizaron para determinar si existía variación en el sabor de la fruta madura sin recubrir (día 5) y a las que se les aplicaron la cobertura biodegradable

(día 11), se realizó mediante una prueba de aceptación / rechazo con panelistas sin entrenar, siendo estudiantes y personal de la ESPOL entre los 19 y 35 años. A continuación se muestran en la Tabla 3.18 y en el Gráfico 3.11 los resultados obtenidos:

**TABLA 3.18.**  
**RESULTADOS PRUEBA DE ACEPTACIÓN – RECHAZO EN**  
**PAPAYA MADURA SR**

RESPUESTAS	No. DE PANELISTAS	%
ME GUSTA MUCHO	7	28%
ME GUSTA MODERADAMENTE	14	56%
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	4	16%
ME DISGUSTA MODERADAMENTE	0	0%
ME GUSTA MUCHO	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

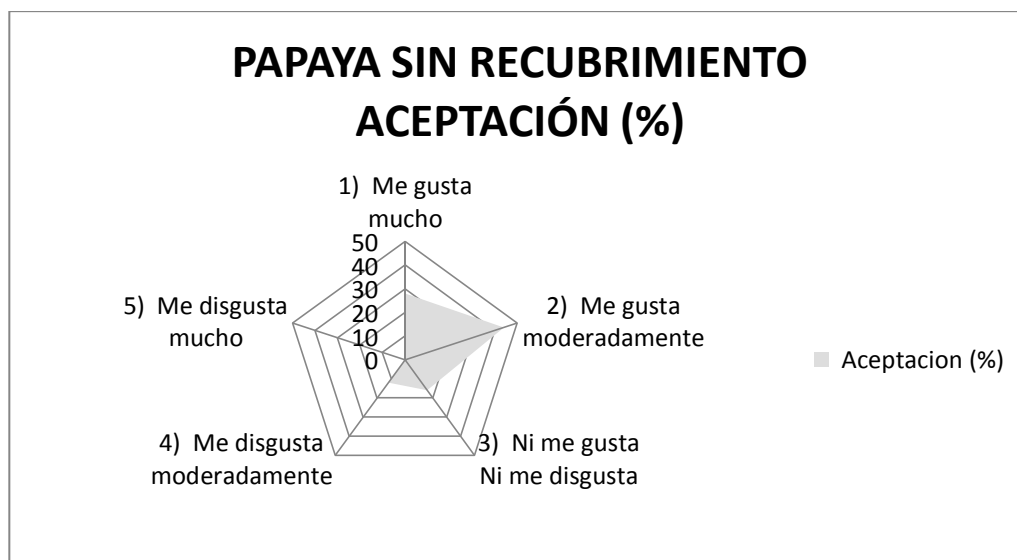


Gráfico 3.11. Resultados Prueba de Aceptación – Rechazo en papaya madura SR. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.



En la segunda prueba de aceptación – rechazo con papayas con recubrimiento realizados al día 11 de maduración, se obtuvieron respuestas similares tal como se muestra en la Tabla 3.19 y en el Gráfico 3.12.

**TABLA 3.19.**  
**RESULTADOS PRUEBA DE ACEPTACIÓN – RECHAZO EN**  
**PAPAYA MADURA CR**

RESPUESTAS	No. DE PANELISTAS	%
ME GUSTA MUCHO	14	52%
ME GUSTA MODERADAMENTE	11	41%
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	2	7%
ME DISGUSTA MODERADAMENTE	0	0%
ME GUSTA MUCHO	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

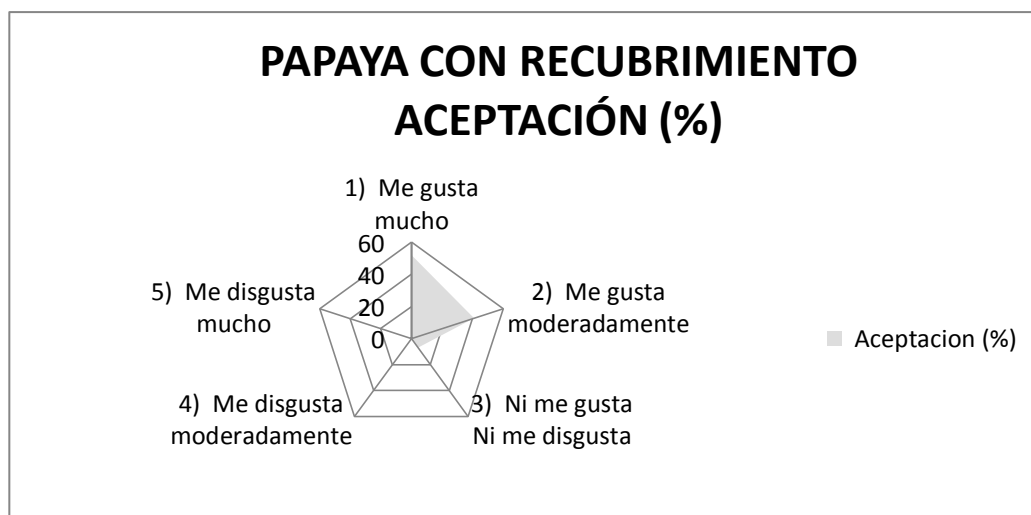


Gráfico 3.12. Resultados Prueba de Aceptación – Rechazo papaya madura CR. Realizado por: S. Pinargote – M. Gálvez 2014.

Las pruebas se realizaron en dos papayas maduras por separado, las cuales obtuvieron un nivel de aceptación alto en cuanto al sabor de la papaya. Para determinar si las muestras tuvieron diferencias significativas, se realizó un análisis ANOVA mediante el programa STATGRAPHICS Centurion XVI versión 16.2.04 tomando niveles de confianza del 99,0% y del 99,9% (Ver Anexo 2).

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- 1) La aplicación del recubrimiento biodegradable a base de almidón de yuca con gelatina de bovino 50:50 con glicerol como plastificante 0,50% y aceite esencial de orégano como antimicrobiano 0,50%, ayudó con la disminución de la pérdida de peso en comparación con las papayas a las cuales no se les aplicó el recubrimiento, esto es debido a la propiedad de impermeabilidad de la película. Este biofilm

cumple con no dejar que las papayas pierdan un porcentaje de peso aproximado de 0,82% por día y se redujo su porcentaje de pérdida de peso al 0,66% por día lo cual indica que las características organolépticas del producto se mantendrían por un tiempo más prolongado con respecto a las que no fueron tratadas con recubrimiento dado a que se conservaría la “jugosidad” de la fruta.

- 2) También demostramos por los resultados obtenidos que el recubrimiento, retrasó el estado de maduración de la fruta, el indicativo de calidad de esta consideración fue el cambio de coloración. El color fue tomado en el mismo lugar de la papaya donde se observó que no se producían cambios inmediatos ni externos en las papayas con recubrimiento comparadas con aquellas que no fueron tratadas, el tiempo de maduración de las papayas con recubrimiento fue el doble (11 días) y de las papayas sin recubrimiento fue de (5 días). Además que el cambio de coloración es más uniforme en las papayas con recubrimiento con respecto a las papayas que no fueron recubiertas, podríamos indicar que ocurre lo que es un retraso en la maduración y la senescencia de las papayas tratadas con este recubrimiento.
- 3) Los cambios en la humedad también fueron significativos, dado a que el contenido de humedad fue mucho más alta en las papayas con

recubrimiento con un contenido de humedad del 92,25% en su último día de maduración y produciendo una reducción de apenas 1,45% entre las papayas al día 1 y las del día final (día 11) en comparación con las papayas sin recubrimiento las cuales tuvieron un contenido de humedad del 89,28% en su último día de maduración produciendo una diferencia del 2,80% entre las papayas al día 1 y las del día final (día 5). Esta diferencia nos indica que en las papayas con recubrimiento existe un retraso de la transpiración de la fruta, esto es debido a que existe la propiedad de impermeabilidad de la película de recubrimiento la cual evita la pérdida de agua con respecto al tiempo por procesos de transpiración propia de la fruta.

- 4) La diferencia en los grados Brix de las frutas con recubrimiento no fue tan significativa a aquellas que no fueron tratadas, sin embargo, esto nos indica que las papayas con recubrimiento no sufren procesos alternos como procesos anaerobios de la fruta con la formación de alcoholes sino que las frutas tratadas con recubrimiento poseen el mismo grado de dulzor que las frutas que no han sido tratadas, por lo cual esta aplicación no cambia el aspecto más importante en el consumo de la fruta: su sabor.

- 5) Los cambios en la acidez total en la pulpa de la fruta son mucho menores en las papayas con recubrimiento, con una acidez del 0,19% en su último día de maduración con respecto a las papayas que no fueron tratadas con apenas una acidez del 0,07% en su último día de maduración. Esta diferencia marcada entre ambos nos da un indicativo de que las papayas con recubrimiento son menos susceptibles a la actividad microbiana debido al grado de acidez lo cual nos daría un tiempo de vida útil más prolongado en comparación a las papayas sin tratamiento las cuales, con un nivel de acidez más bajo, son susceptibles ante la acción de microorganismos patógenos de la fruta.
  
- 6) La aplicación de la película a base de almidón de yuca y gelatina de bovino no produjo cambios significativos en la textura de la fruta, por lo cual las papayas con recubrimiento son de igual textura a las papayas sin tratamiento, aspecto importante al igual que el sabor al momento de consumir la fruta.
  
- 7) La aplicación de la película a base de almidón de yuca y gelatina de bovino con aceite esencial de orégano demostró por los datos y observaciones realizadas que actúa de manera significativa, con acción antimicrobiana ante los microorganismos patógenos de la fruta.

La frutas inoculadas por incisión con *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium oxysporum*, continuaron con su proceso patógeno, lo cual nos indica que el recubrimiento aplicado, no produce acción antimicrobiana ante las papayas que ya se encuentran contaminadas con estos hongos. Sin embargo, en las frutas a las cuales se les aplicaron los hongos *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium oxysporum* sobre la superficie a manera de frotis, no sufrieron de los procesos patógenos de estos hongos, esto nos indica que la aplicación del recubrimiento tiene acción antimicrobiana dada por la acción del aceite esencial de orégano, en estudios anteriores ya se ha determinado la acción antimicrobiana de este elemento aunque no se ha probado en el recubrimiento de almidón de yuca y gelatina. Esto nos ayudó significativamente en la conservación y en la extensión de la vida útil de las papayas con recubrimiento hasta los 11 días.

- 8) Se realizó evaluación sensorial para determinar el sabor con catadores no entrenados, para el panel sensorial se conformó con estudiantes y personal de la ESPOL en edades entre los 19 y 35 años, en donde las calificaciones fueron por una escala hedónica de aceptación-rechazo. Esto nos da un indicativo de que las papayas con recubrimiento no tienen diferencias en cuanto al sabor de la fruta por

lo cual hay un buen grado de aceptación del 54% entre las personas que comieron estas papayas.

- 9) Finalmente con este trabajo de investigación, nos demostró que la aplicación de una película a base de almidón de yuca, gelatina de bovino, aceite esencial de orégano y glicerina como plastificante retrasó la maduración de las papayas, no produce cambios significativos en sus características organolépticas (sabor, olor, textura) y de calidad (humedad, °Brix, acidez), ya que se produce una barrera semipermeable ante el agua y oxígeno dado a que retrasa el cambio de coloración, alarga el tiempo de vida útil y principalmente es una barrera ante los microorganismos patógenos presentes en la fruta y que atacan normalmente a las papayas.

### **Recomendaciones**

- 1) Se podría prolongar este estudio utilizando la misma cobertura y ente microbiano en papayas pero a temperaturas de frío y/o atmósferas controladas para verificar hasta qué punto se extendería el tiempo de vida útil de esta fruta bajo otras condiciones diferentes a las encontradas en el ambiente.

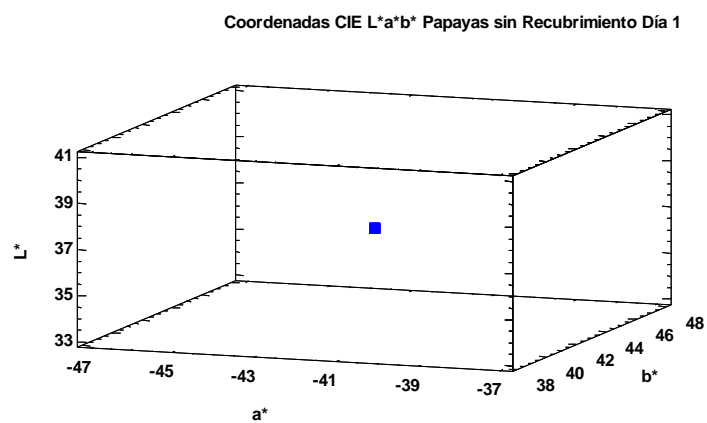


- 2) También realizar el ensayo con otras variedades de frutas que tengan piel más permeable como en el caso del tomate.
  
- 3) Caracterizar otras concentraciones de los componentes de la cobertura y otros aceites esenciales pero de origen natural para determinar la calidad final en la fruta ensayada.

# ANEXOS

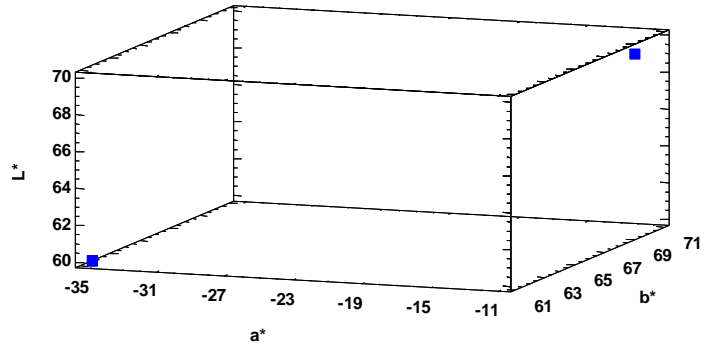
## ANEXO 1

A continuación en el Gráfico 1 se muestran las coordenadas de colores CIE  $L^*a^*b^*$  obtenidas durante la observación en el cambio de coloración en las papayas CR.



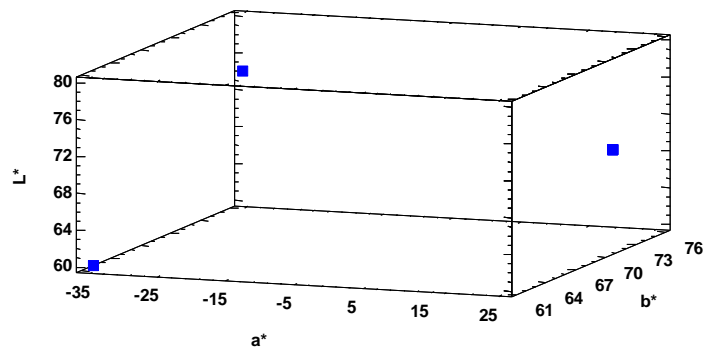
(a)

Coordenadas CIE L\*a\*b\* Papayas sin Recubrimiento Día 2



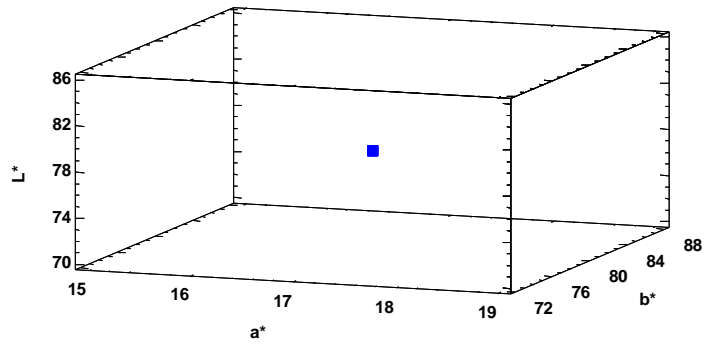
(b)

Coordenadas CIE L\*a\*b\* Papayas sin Recubrimiento Día 3



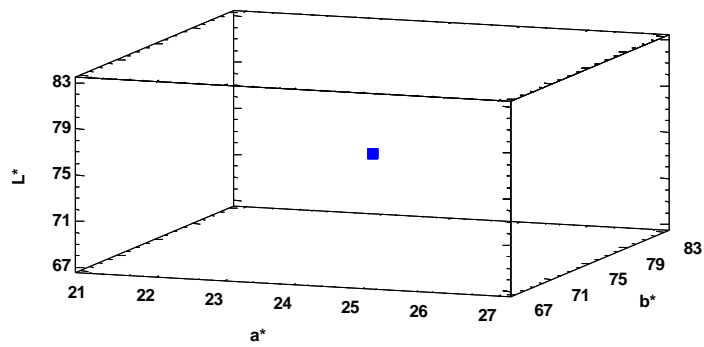
(c)

Coordenadas CIE L\*a\*b\* Papayas sin Recubrimiento Día 4



(d)

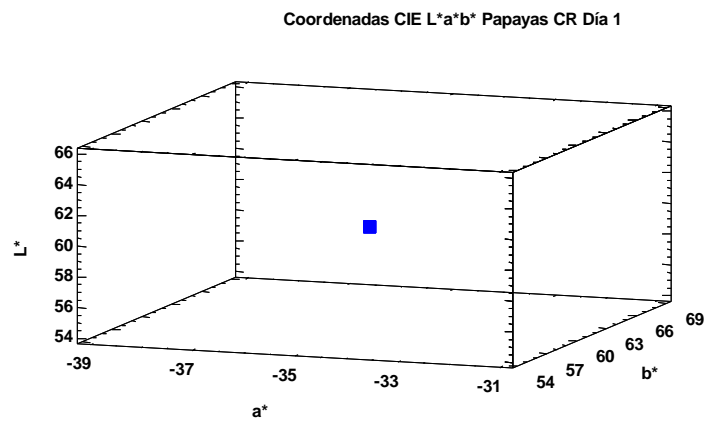
Coordenadas CIE L\*a\*b\* Papayas sin Recubrimiento Día 5



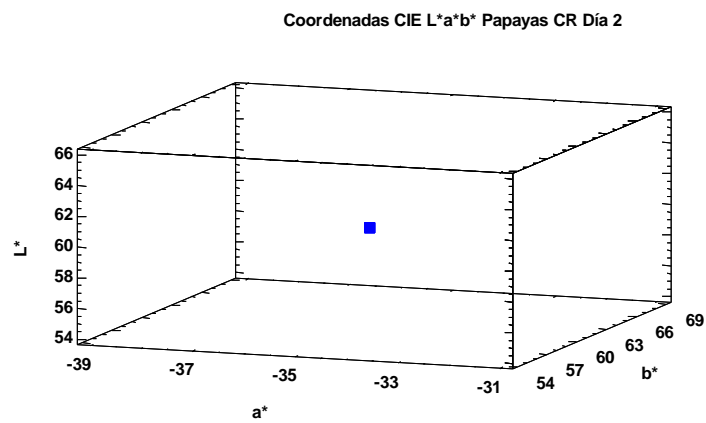
(e)

Gráfico 1. Coordenadas CIE L\*a\*b\* del cambio de coloración en la piel de las papayas SR con respecto al tiempo de almacenamiento en el día 1 (a), 2 (b), 3 (c), 4 (d) y 5 (e).

En el gráfico 4 se muestran las coordenadas de colores CIE  $L^*a^*b^*$  obtenidas durante la observación en el cambio de coloración en las papayas CR.

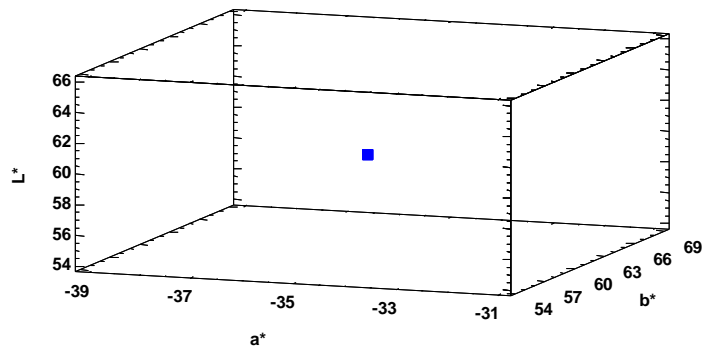


(a)



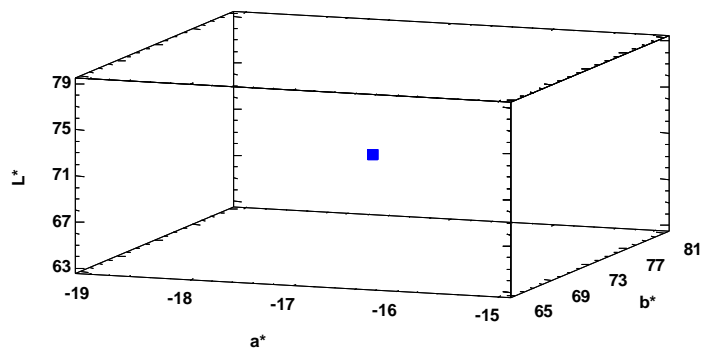
(b)

Coordenadas CIE L\*a\*b\* Papayas CR Día 3



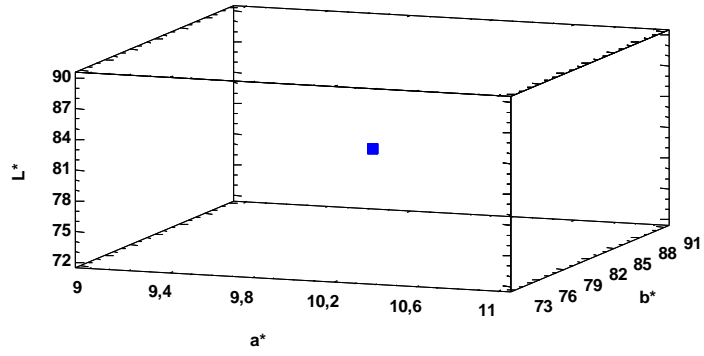
(c)

Coordnadas CIE L\*a\*b\* Papayas CR Día 4



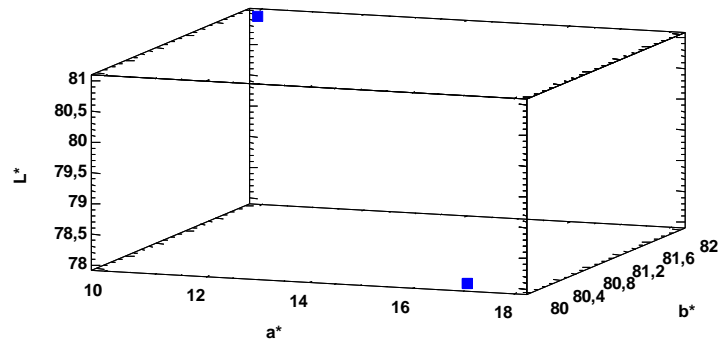
(d)

Coordenadas CIE L\*a\*b\* Papayas CR Día 7



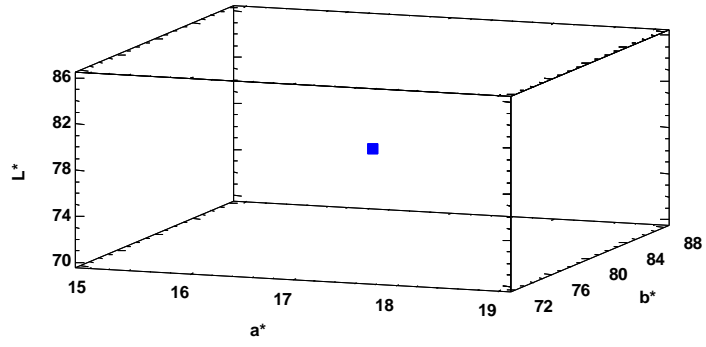
(e)

Coordenadas CIE L\*a\*b\* Papayas CR Día 8



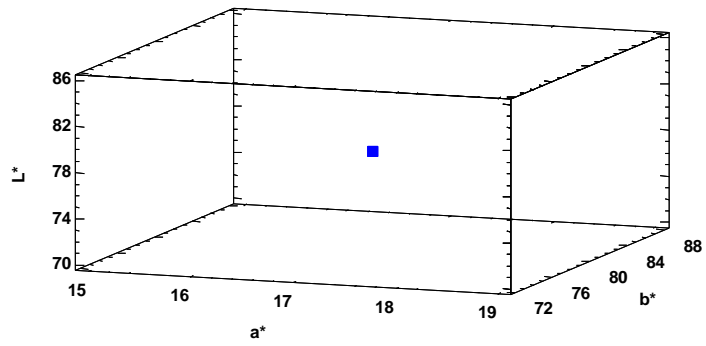
(f)

Coordenadas CIE L\*a\*b\* Papayas CR Día 9



(g)

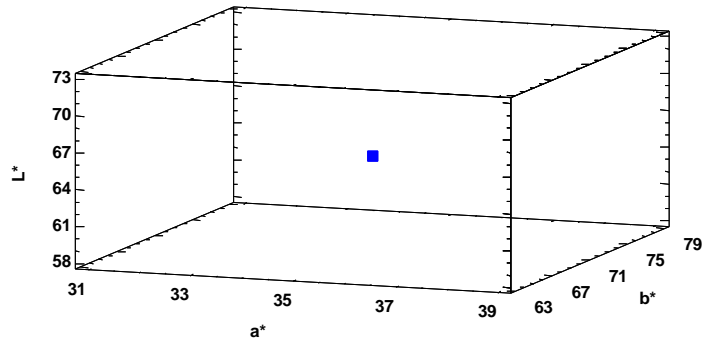
Coordenadas CIE L\*a\*b\* Papayas CR Día 10



(h)



Coordenadas CIE L\*a\*b\* Papayas CR Día 11



(i)

Gráfico 2. Coordenadas CIE L\*a\*b\* del cambio de coloración en la piel de las papayas CR con respecto al tiempo de almacenamiento en el día 1 (a), 2 (b), 3 (c), 4 (d), 7 (e), 8 (f), 9 (g), 10 (h) y 11 (i).

## ANEXO 2

### Hypothesis Tests

Sample mean = 0,0

Sample standard deviation = 1,0

Sample size = 100

99,0% confidence interval for mean: 0,0 +/- 0,257583 [-0,257583;0,257583]

Null Hypothesis: mean = 0,1

Alternative: not equal

Computed Z statistic = -1,0

P-Value = 0,317309

Do not reject the null hypothesis for alpha = 0,01.

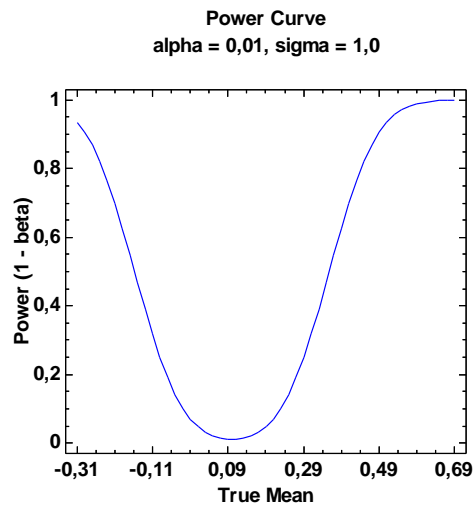
### **The StatAdvisor**

This analysis shows the results of performing a hypothesis test concerning the mean ( $\mu$ ) of a normal distribution. The two hypotheses to be tested are:

Null hypothesis:  $\mu = 0,1$

Alternative hypothesis:  $\mu \neq 0,1$

Given a sample of 100 observations with a mean of 0,0 and a standard deviation of 1,0, the computed Z statistic equals -1,0. Since the P-value for the test is greater than or equal to 0,01, the null hypothesis cannot be rejected at the 99,0% confidence level. The confidence interval shows that the values of  $\mu$  supported by the data fall between -0,257583 and 0,257583.



Tal como indica el programa, obtenemos un valor P de 0,31 por lo cual con un nivel de confianza del 99,0% no podemos concluir que existen diferencias significativas en ambas papayas. Por lo cual procedemos a realizar el mismo análisis con un nivel de confianza del 99,9% de lo cual con el programa obtenemos lo siguiente:

### [Hypothesis Tests](#)

Sample mean = 0,0

Sample standard deviation = 1,0

Sample size = 100

99,99% confidence interval for mean: 0,0 +/- 0,38906 [-0,38906;0,38906]

Null Hypothesis: mean = 0,01

Alternative: not equal

Computed Z statistic = -0,1

P-Value = 0,920339

Do not reject the null hypothesis for  $\alpha = 0,0001$ .

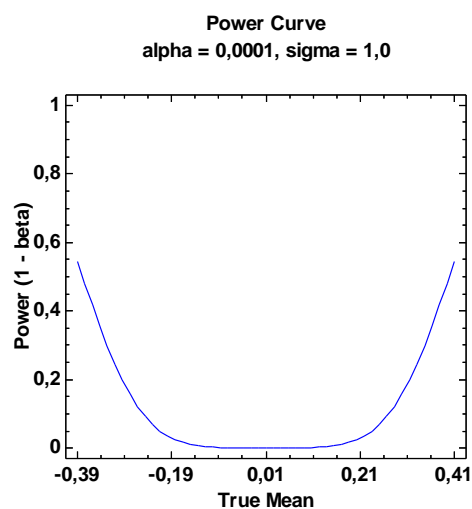
### The StatAdvisor

This analysis shows the results of performing a hypothesis test concerning the mean ( $\mu$ ) of a normal distribution. The two hypotheses to be tested are:

Null hypothesis:  $\mu = 0,01$

Alternative hypothesis:  $\mu \neq 0,01$

Given a sample of 100 observations with a mean of 0,0 and a standard deviation of 1,0, the computed Z statistic equals -0,1. Since the P-value for the test is greater than or equal to 0,0001, the null hypothesis cannot be rejected at the 99,99% confidence level. The confidence interval shows that the values of  $\mu$  supported by the data fall between -0,38906 and 0,38906.



Como indica el programa, obtenemos un valor P de 0,92 por lo cual con un nivel de confianza del 99,9% aún no podemos concluir que existen diferencias significativas en ambas papayas. Por lo cual con los resultados obtenidos anteriormente podemos indicar que no existen diferencias significativas en el sabor de las papayas con recubrimiento de aquellas sin tratamiento.

# ANEXO 3



Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Laboratorio PROTAL-ESPOL



Informe: 14-10/0079-M002

GCR-4.1-01-00-03

**Datos del cliente**

Nombre: PINARGOTE ZAVALA STALIN BOANERGES	Teléfono: 042826279
Dirección: GUAYAS / GUAYAQUIL / GUAYACANES MZ. 124 - V. 30	

**Identificación de la muestra / etiqueta**

Nombre: PAPAYA VERDE	Código muestra: 14-10/0079-M002
Marca comercial: S/M	Lote: N/A
Referencia: FRUTAS, VEGETALES Y DERIVADOS	Fecha elaboración: N/A
Envase: N/A	Fecha expiración: N/A
Conservación de la muestra: Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción: 14/10/2014
Fecha análisis: 17/10/2014	Vida útil: N/A
Contenido neto declarado: N/A	
Contenido neto encontrado: N/R	
Presentaciones: N/A	
Condiciones climáticas del ensayo: Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C Y Humedad Relativa 55% ± 15%	

**Análisis Físico - Químicos**

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Acidez Titulable Total* *	%	0.23	---	API-5.8-04-01-0016. (AOAC 19th 950.15) *
Grados Brix *	°Brix	7.8	---	AOAC 18TH 932.14 C *
Humedad *	%	92.08	---	Gravimétrico *

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra proporcionada por el cliente.

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

**\* Observaciones:**

Se realizaron los análisis bromatológicos solicitados por el cliente.  
Los datos bromatológicos se encuentran registrados en el Cuaderno de Vegetales Procesados - Frutas y Derivados N° 17, página 2759.

Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

^ Representa el Exponente

\* Subcontratado

En microbiología los valores expresados como < 1.8, < 2, < 3, y < 10 se estiman ausencia

Guayaquil, 16 de Enero del 2015.

Dra. Gloria Bajiña de Pacheco  
Directora General y Gerente Técnico

Ing. María Teresa Amador  
Gerente de Calidad



Informe: 14-11/0134-M001

GCR -4.1-01-00-03

Datos del cliente

Nombre: PINARGOTE ZAVALA STALIN BOANERGES	Teléfono: 042826279
Dirección: GUAYAS / GUAYAQUIL / GUAYACANES MZ. 124 - V. 30	

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre: PAPAYA FINAL	Código muestra: 14-11/0134-M001
Marca comercial: S/M	Lote: N/A
Referencia: FRUTAS, VEGETALES Y DERIVADOS	Fecha elaboración: 27/11/2014
Envase: ENVASE ESTERIL	Fecha expiración: N/A
Conservación de la muestra: Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción: 28/11/2014
Fecha análisis: 28/11/2014	Vida útil: N/A
Contenido neto declarado: N/A	
Contenido neto encontrado: N/R	
Presentaciones: N/A	
Condiciones climáticas del ensayo: Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C Y Humedad Relativa 55% ± 15%	

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Acidez Titulable Total* *	%	0.07	---	API-5.8-04-01-00B6. (AOAC 19th 950.15) *
Grados Brix *	°Brix	10.20	---	AOAC 18TH 932.14 C *
Humedad *	%	89.28	---	Gravimétrico *

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra proporcionada por el cliente.

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del OAE.

\* Observaciones:

Se realizaron los análisis bromatológicos solicitados por el cliente.  
Los datos bromatológicos se encuentran registrados en el Cuaderno de Vegetales Procesados - Frutas y Derivados N° 17, página 2795.  
\*\*Acidez expresada como ácido cítrico almidro.

Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.

^ Representa el Exponente  
° Subcontratado

En microbiología los valores expresados como < 1.8, < 2, < 3, y < 10 se estiman ausencia

La fecha de vencimiento para la validez de los resultados del presente informe (Boletín) es de 360 días a partir de su emisión

Guayaquil, 8 de Diciembre del 2014.

Dra. Gloria Bofana de Pacheco  
Directora General y Gerente Técnico

Ing. María Teresa Amador  
Gerente de Calidad



Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Laboratorio PROTAL-ESPOL



Informe: 14-11/0089-M001

GCR -4.1-01-00-03

Datos del cliente

Nombre: PINARGOTE ZAVALA STALIN BOANERGES	Teléfono: 042826279
Dirección: GUAYAS / GUAYAQUIL / GUAYACANES MZ. 124 - V. 30	

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre: Papaya 1	Código muestra: 14-11/0089-M001
Marca comercial: S/M	Lote: N/A
Referencia: FRUTAS, VEGETALES Y DERIVADOS	Fecha elaboración: 18/11/2014
Envase: Envase plástico	Fecha recepción: N/A
Conservación de la muestra: Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha análisis: 21/11/2014
Fecha análisis: 21/11/2014	Vida útil: N/A
Contenido neto declarado: 4 1/2 oz	
Contenido neto encontrado: N/R	
Presentaciones: N/A	
Condiciones climáticas del ensayo: Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C Y Humedad Relativa 55% ± 15%	

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Acidez Titulable Total* *	%	0.28**	---	API-5.8-04-01-00B6. (AOAC 19th 950.15) *
Grados Brix *	°Brix	6.20	---	AOAC 18TH 932.14 C *
Humedad *	%	93.7	---	Gravimétrico *

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra proporcionada por el cliente.

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

\* Observaciones:

Se realizaron los análisis bromatológicos solicitados por el cliente.

Los datos bromatológicos se encuentran registrados en el Cuaderno de Vegetales Procesados - Frutas y Derivados N° 17, página 2794.

\*\*Acidez expresada como ácido cítrico ahnidro.

Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

^ Representa el Exponente

° Subcontratado

En microbiología los valores expresados como < 1.8, < 2, < 3, y < 10 se estiman ausencia

Guayaquil, 16 de Enero del 2015.

Dra. Gloria Bajiña de Pacheco  
Directora General y Gerente Técnico

Ing. María Teresa Amador  
Gerente de Calidad





Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Laboratorio PROTAL-ESPOL



Informe: 14-10/0079-M001

GCR -4.1-01-00-03

Datos del cliente

Nombre: PINARGOTE ZAVALA STALIN BOANERGES	Teléfono: 042826279
Dirección: GUAYAS / GUAYAQUIL / GUAYACANES MZ. 124 - V. 30	

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre: PAPAYA MADURA	Código muestra: 14-10/0079-M001
Marca comercial: S/M	Lote: N/A
Referencia: FRUTAS, VEGETALES Y DERIVADOS	Fecha elaboración: N/A
Envase: N/A	Fecha expiración: N/A
Conservación de la muestra: Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción: 14/10/2014
Fecha análisis: 17/10/2014	Vida útil: N/A
Contenido neto declarado: N/A	
Contenido neto encontrado: N/R	
Presentaciones: N/A	
Condiciones climáticas del ensayo: Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C Y Humedad Relativa 55% ± 15%	

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Acidez Titulable Total* *	%	0.19	---	API-5.8-04-01-00B6. (AOAC 19th 950.15) *
Grados Brix *	°Brix	7.6	---	AOAC 18TH 932.14 C *
Humedad *	%	92.25	---	Gravimétrico *

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra proporcionada por el cliente.

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

\* Observaciones:

Se realizaron los análisis bromatológicos solicitados por el cliente.

Los datos bromatológicos se encuentran registrados en el Cuaderno de Vegetales Procesados - Frutas y Derivados N° 17, página 2758.

Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

^ Representa el Exponente

\* Subcontratado

En microbiología los valores expresados como < 1.8, < 2, < 3, y < 10 se estiman ausencia

Guayaquil, 16 de Enero del 2015.

Dra. Gloria Bajaña de Pacheco  
Directora General y Gerente Técnico

Ing. María Tereza Amador  
Gerente de Calidad

## BIBLIOGRAFIA

1. Cadena Logística de Exportación de la Papaya (2014). [en línea]. Disponible en: [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10336/8/cadena\\_logistica\\_de\\_exportacion\\_papaya-solo.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10336/8/cadena_logistica_de_exportacion_papaya-solo.pdf). Páginas 8 y 9.
2. García, E. y Fernández, I. (2005). Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación. [en línea]. Valencia: ETSIAMN. Universitat Politècnica de València. Disponible en: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/202015/AVA\\_2015/Determinacion\\_de\\_humedad-1.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/202015/AVA_2015/Determinacion_de_humedad-1.pdf) [2014, 27 de Diciembre].
3. Frutas Casas (2012). Papaya Maradol [en línea]. Disponible en: <http://www.frutascasas.com/papaya-maradol/> [2014, 27 de Diciembre].
4. Almidonera Diesel (2015, Enero 05). Fécula de Mendioca [en línea]. Disponible en: <http://www.almidoneradiesel.com.ar/index.php?pagina=caracteristicas> [2014, 27 de Diciembre].
5. Ayala, A., Serna-Cock, L. y Velásquez M. (2010). Efecto de la Ultrafiltración sobre las Propiedades Reológicas de Gelatina Comestible

de Origen Bovino. Información Tecnológica [en línea], Volumen 21 (6).  
Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v21n6/art11.pdf> [2014, 27 de Diciembre].

6. Michaca M. (2004). Efecto de la Adición de Glicerol como Agente Plastificante en las Propiedades Físicoquímicas de las películas de Zeína [en línea]. Tesis de Ingeniería de los Alimentos, Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F. Disponible en: <http://148.206.53.84/tesiuami/AMI11107.pdf> [2014, 27 de Diciembre].
7. Arcila, C., Loarca, G., Lecona, S. y González, E. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. ALAN Revista [en línea]. Volumen 54, No. 1. Disponible en: [http://www.alanrevista.org/ediciones/2004-1/oregano\\_propiedades\\_composicion\\_actividad\\_biologica.asp](http://www.alanrevista.org/ediciones/2004-1/oregano_propiedades_composicion_actividad_biologica.asp) [2014, 27 de Diciembre].
8. Olsen, D., Yang, C., Bodo, M., Chang, R., Leigh, S., Baez, J., Carmichael, D., Perälä, M., Hämäläinen, E., Jarvinen, M. y Polarek, J (2003). Recombinant Collagen and Gelatin for Drug Delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*: 55(12), 1547-1567.

9. Saxena, A., Tripathi, B., Kumar, M. y Shahi V. Membrane-Based Techniques for the Separation and Purification of Proteins: An Overview, *Adv Colloid Interfac.*: 145(1-2), 1-22 (2009).
10. Simon, A., L. Vandanjon, G. Levesque y P. Bourseau, Concentration and Desalination of Fish Gelatin by Ultrafiltration and Continuous Diafiltration Processes, *Desalination.*: 144(1-3), 313-318 (2002).
11. Yoshimura, K., y otros seis autores, Physical Properties of Shark Gelatin Compared with Pig Gelatin, *J Agr Food Chem.*: 48(6), 2023-2027 (2000).
12. Logoorange (2014). Color Codes Matching Chart HTML (Convert CMYK, RGB Hex). [en línea]. Disponible en: <http://www.logoorange.com/color/color-codes-chart.php> [2014, 27 de Diciembre].
13. Work with Color (2014). Color Converter. [en línea]. Disponible en: <http://www.workwithcolor.com/color-converter-01.htm> [2014, 27 de Diciembre].
14. Chavarro, L., Ochoa, I. y Ayala, A. (2006). Efecto de la madurez, geometría y presión sobre la cinética de transferencia de masa en la deshidratación osmótica de papaya (*Carica papaya* L., var. Maradol) [en línea]. Universidad del Valle, Cali Colombia. Disponible en: <http://www.sci>

elo.br/scielo.php?pid=S0101-20612006000300018&script=sci\_arttext

[2014, 27 de Diciembre].

15. Arias, C. y Toledo, J. (2007). Manual de Manejo Postcosecha de Frutas Tropicales [en línea]. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Disponible en: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm> [2014, 27 de Diciembre].
16. Contreras, A. (2010). Efecto de Tratamientos Poscosecha Novedosos en la Calidad fisicoquímica, sensorial y nutricional de Cítricos [en línea]. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia España.
17. Medicina Natural (2014). Papaya, descripción botánica y taxonomía [en línea]. Disponible en: <http://naturalmedicina.net/papaya.html> [2014, 27 de Diciembre].
18. Ozkan, G., Bayday, H., Erbas, S. The influence of harvest time on essential oil composition, phenolic constituents and antioxidant properties of Turkish oregano (*Origanum onites* L.) [en línea]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20355032> [2014, 27 de Diciembre].

19. Brotman, Y., Kolvalski, I., Dogimont, C., Pitrat, M., Portnoy, V., Katzir, N. y Pri-Treves, R (2004). Molecular markers linked to papaya ring spot virus resistance and Fusarium race 2 resistance in melon [en línea]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15551034> [2014, 27 de Diciembre].
20. Pelissari, Grossman, M., Yamashita, F. y Pineda, E (2009). Antimicrobial, Mechanical, and Barrier Properties of Cassava Starch-Chitosan Films Incorporated with Oregano Essential Oil [en línea]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19627142> [2014, 27 de Diciembre].
21. Díaz, J. (2002). Manual Práctico para el Cultivo de la Papaya Hawaiana [en línea]. Editorial Earth. Guácimo, Limón, Costa Rica. 2002.
22. Bejarano, W. (1993). Nuevos Productos de Exportación Manual de la Papaya (*Carica papaya L.*). Editorial Proexant. Quito, Ecuador 1993.
23. Repositorio Universidad de Guayaquil (2014). CAPITULO 1 [en línea]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1616/1/1005.pdf> [2014, 27 de Diciembre].

24. Mejía, P., Coello, A. 2010. Determinación de la Vida útil de las frutillas frescas envasadas de cajas de material PET con 1000 gr de capacidad [en línea]. Seminario graduación, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Disponible en: [www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9092/2/DETERMINACION%2520DE%2520VIDA%2520UTIL%2520ENVASADA%2520EN%2520CAJAS%2520DE%2520MATERIAL%2520PET%2520CON%25201000%2520g%2520DE%2520CAPACIDAD.ps+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9092/2/DETERMINACION%2520DE%2520VIDA%2520UTIL%2520ENVASADA%2520EN%2520CAJAS%2520DE%2520MATERIAL%2520PET%2520CON%25201000%2520g%2520DE%2520CAPACIDAD.ps+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec) [2014, 27 de Diciembre].
25. Secretaría de desarrollo Rural – Dirección de Comercialización y Planeación 2010. Papaya Perfil Comercial Compilación [en línea]. Disponible en: [http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/880Papaya\\_perfil\\_comercial.pdf](http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/880Papaya_perfil_comercial.pdf) [2014, 27 de Diciembre]
26. Velásquez, C. 2008. Algunas potencialidades de la quitina y quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica. Revista Científica UDO Agrícola [en línea], Volumen 8 (1). Disponible en: <http://www.bioline.org.br/request?cg08002> [2014, 27 de Diciembre].
27. Casco, J. 2011. Evaluación de la evaluación gastroprotectora del extracto crudo de papa (*Solanum tuberosum*) en úlceras de estómago inducidas con etanol en ratas (*Rattus norvegicus*). Tesis de grado, Escuela Superior

Politécnica del Chimborazo. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1988/1/56T00296.pdf> [2014, 27 de Diciembre].

28. Catlab Online (2014). BRIX: Determinación de Azúcar por Densidad y Refractometría [en línea]. Disponible en: <http://www.catlab.com.ar/notas.php?idm=1584&accion1=notas> [2014, 27 de Diciembre].

29. Serna, L. y López, S. 2010. Actualización del manual del Laboratorio de Análisis de Alimentos del Programa de Tecnología Química de la Universidad Tecnológica de Pereira [en línea]. Trabajo de graduación, Universidad Tecnológica de Pereira. Disponible en: [http://www.academia.edu/7379763/Actualizacion\\_de\\_manual](http://www.academia.edu/7379763/Actualizacion_de_manual) [2014, 27 de Diciembre].

30. Montero, M. y Cerdas, M. 2005. Guías Técnicas del Manejo Poscosecha para el mercado fresco Piña (*Ananas comosus*). [en línea]. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec-pina-pre-pos.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-pina-pre-pos.pdf) [2014, 27 de Diciembre].

31. IBCE (2009). Perfil de mercado piña. Disponible en: [http://ibce.org.bo/images/estudios\\_mercado/perfil%20de%20mercado\\_pinya.pdf](http://ibce.org.bo/images/estudios_mercado/perfil%20de%20mercado_pinya.pdf) [2014, 27 de Diciembre].



32. Guzmán, G. (1998). Guía para el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) [en línea]. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
33. El Comercio (2011, Enero 22). 3 Variedades de Papaya se consumen. El Comercio. Disponible en: <http://www.elcomercio.com.ec/actualidad/negocios/variedades-de-papaya-se-consumen.html> [2014, 27 de Diciembre].
34. Fundación Produce (XXXX). Estudio del mercado nacional de la papaya
35. Puebla, México. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/97362912/Estudio-de-Mercado-Papaya-Maradol#scribd> [2014, 27 de Diciembre].
36. Álvarez, R. (2012). Formulación de un recubrimiento comestible para frutas cítricas, estudio de su impacto mediante aproximación metabólica y evaluación de la calidad poscosecha [en línea]. Tesis doctoral, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Disponible en: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1618/1/TESIS%20DOCTORAL%20RAFAEL%20ALVAREZ.pdf> [2014, 27 de Diciembre].
37. Aname, R. (2014). Análisis de textura y Analizadores de textura. Medición de la firmeza. [en línea]. Disponible en: <http://analisisdetextura.blogspot.com/2014/03/medicion-de-la-firmeza.html> [2014, 27 de Diciembre].