



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“UTILIZACIÓN DE TRES TIPOS DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LA  
CONSERVACIÓN POSTCOSECHA DE *Carica papaya* L. (PAPAYA)”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR:**

**CRISTINA ELIZABETH CHACHA CURILLO**

**Riobamba – Ecuador**

**2016**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Cristina Elizabeth Chacha Curillo, declaro que el presente trabajo de titulación "UTILIZACIÓN DE TRES TIPOS DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA DE *Carica papaya L.* (PAPAYA)" es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como Autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 17 de marzo de 2016.



Cristina Elizabeth Chacha Curillo.

C.I.: 1400539670.

Este Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente tribunal



Ing. M.C. Jesús Ramón López Salazar.  
**PRESIDENTE DE TRIBUNAL**



Ing. M.Sc. Sandra Gabriela Barraqueta Rojas.  
**DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN**



Ing. M.C. Manuel Enrique Almeida Guzmán.  
**ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 17 de marzo de 2016.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme despertar cada mañana y guiar mi camino.

A mi familia, mi pilar fundamental, que supieron guiarme y levantarme en los momentos en que más los necesitaba, en especial a mi amada madre, por ser la inspiración para seguir adelante y por brindarme siempre su apoyo físico, moral y económico para poder alcanzar mis sueños anhelados.

Expreso también mi profundo agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme permitido pertenecer a esta prestigiosa institución.

Sin duda alguna agradezco a la Ing. Gabriela Barraqueta, Directora de Trabajo de Titulación, que con sus valiosos conocimientos y acertada orientación permitió llevar a cabo con éxito el presente trabajo; de la misma forma al Ing. Manuel Almeida, Asesor; por su aporte desinteresado para la culminación de la investigación.

De igual manera a los docentes de la Facultad de Ciencias Pecuarias, los cuales me han sabido transmitir sus conocimientos y experiencias tanto personales como profesionales.

A todos y cada una de las personas que me colaboraron desinteresadamente directa e indirectamente en la realización de este trabajo.

*Cristina C.*

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Con mucho cariño a mi madre que me enseñó a no rendirme, aunque ya no tenga fuerza, por ser el pilar más importante en mi vida, y a mi padre que desde el cielo me ha sabido guiar y cuidar.

A mis hermanos, Julissa y Christopher, quienes han sido mi fortaleza constante durante todos estos años para seguir adelante y poder alcanzar esta meta tan anhelada.

A mi gran amor Giovanni Bermeo, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar con él.

A mi familia en general, por el apoyo incondicional, especialmente a mi abuela, por brindarme su amor, sus consejos y comprensión.

A mis amigos y todas las personas que depositaron su confianza y creyeron en mí, que sepan que con paciencia, esfuerzo y perseverancia se llega a obtener las cosas más preciadas de la vida.

*Cristina C.*

## RESUMEN

En la Facultad de Ciencia Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se evaluó el efecto de tres tipos de recubrimientos comestibles frente a un testigo en la conservación postcosecha de la papaya, con tres repeticiones cada uno, distribuidos bajo un diseño completamente al azar, los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza y la separación de medias según Tukey ( $P < 0,05$ ). Estableciendo que las variables pérdida de peso y contenido de sólidos solubles no presentan diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo existen diferencias numéricas, el tratamiento de gelatina mostró menor pérdida de peso (12,00%) y un contenido de sólidos solubles de (8,48°brix), en el parámetro textura los tratamientos con recubrimiento no mostraron diferencias significativas entre ellos, no obstante numéricamente el de gelatina presentó mayor firmeza (92,85N), menor pH (5,81) y mayor acidez (0,17%) se registró con el recubrimiento de gel de sábila. El menor índice de madurez se logró con los recubrimientos de gelatina (59,00) y gel de sábila (54,62). La mayor eficacia en la ralentización del crecimiento tanto para aerobios mesófilos ( $7,97 \times 10^5$  y  $9,13 \times 10^5$  UFC/cc) como para mohos y levaduras ( $7,03 \times 10^5$  y  $8,67 \times 10^5$  UFC/cc) se obtuvo con los recubrimientos de gelatina y gel de sábila, respectivamente. Los resultados obtenidos demuestran la eficacia que presentan los recubrimientos comestibles en la prolongación de vida útil de la papaya manteniendo las características organolépticas.

## ABSTRACT

In the Faculty of Animal Science at Polytechnic School of Chimborazo, the effect of three types of edible coatings against a witness in the postharvest conservation of papaya, with three repetitions each, distributed under a completely randomized design was evaluated, the results were analyzed by analysis of variance and mean separation by Tukey ( $P < 0,05$ ). Stating that the variables weight loss and soluble solids content no significant differences between treatments, but there are numerical difference, treatment of gelatin showed less weight loss (12,00%) and a content of soluble solids (8,48°brix), in the texture parameter coating treatments showed no significant difference between them, however numerically greater firmness present gelatin (92,85N), lower Ph (5,81) and higher acidity (0,17%) was recorded with the aloe vera gel. The lowest rate of maturity was achieved with coatings of gelatin (59,00) and aloe vera gel (59,62). Greater efficiency in slower growth for both aerobic mesophilic bacteria ( $7,97 \times 10^5$  y  $9,13 \times 10^5$  CFU/ml) to molds and yeasts ( $7,03 \times 10^5$  y  $8,67 \times 10^5$  CFU/ml) was obtained with coatings of gelatin and aloe vera gel, respectively. The results presented demonstrate the effectiveness edible coatings in the extending the useful life of papaya keeping the organoleptic characteristics.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	vi
Abstract	vii
Lista de cuadros	viii
Lista de gráficos	x
Lista de anexos	xii
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	<b>4</b>
A. LAS FRUTAS	4
1. Definición	4
2. Composición química	4
a. Energía	5
b. Agua	5
c. Hidratos de carbono	5
d. Compuestos nitrogenados	5
e. Lípidos	6
f. Vitaminas	6
g. Minerales	6
h. Ácidos orgánicos	6
i. Compuestos fenólicos	6
j. Pigmentos	7
k. Sustancias aromáticas	7
3. Clasificación	7
a. De acuerdo al comportamiento respiratorio	7
b. Según su naturaleza y estado	8
4. Beneficios del consumo	9
B. PAPAYA	10
1. Reseña histórica	10
2. Importancia	10
3. Taxonomía y descripción botánica	11
a. Taxonomía	11
b. Descripción botánica	12

4. Características del fruto	15
a. Comportamiento climatérico	16
b. Composición nutricional	17
c. Beneficios para la salud	18
d. Consumo	19
5. Variedades	19
a. Hawaiana	20
b. Tainung	20
c. Maradol	20
6. Respuestas fisiológicas de las frutas al estrés	20
a. Desordenes físicos y fisiológicos	21
b. Desordenes patológicos	21
7. Producción de papaya en el Ecuador	23
a. Exportaciones del sector frutas	23
b. Destino de las exportaciones ecuatorianas	26
C. PROTOCOLO DE LA PAPAYA	26
1. Pre cosecha	26
a. Factores agro climatológicos	27
b. Factores agronómicos	27
2. Cosecha	27
a. Maduración	28
b. Índice de madurez	31
c. Recolección.	32
3. Postcosecha	33
a. Selección	34
b. Clasificación	35
c. Lavado	38
d. Desinfección	38
e. Tratamientos pre almacenamiento	39
f. Empaque	39
g. Almacenamiento	40
D. RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES	41
1. Definición	41
2. Ventajas	42

3. Componentes	43
a. Hidrocoloides	43
b. Lípidos	47
c. Compuestos	47
4. Aditivos	48
a. Plastificantes	48
b. Surfactantes	48
c. Emulsificantes	49
5. Agentes antimicrobianos	49
a. Aceites esenciales	49
b. Aceite esencial de naranja	51
<b>III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	<b>52</b>
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	52
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	52
C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	52
1. Materiales	53
a. Material de oficina	53
b. Material de laboratorio	53
c. Insumos	54
2. Equipos	54
a. Equipo de laboratorio	54
3. Instalaciones	55
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	55
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	56
1. Valoración físico – química	56
2. Valoración microbiológica	57
3. Análisis económico	57
4. Vida de útil	57
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	57
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	58
1. Acondicionamiento de la fruta	58
a. Selección	58
b. Limpieza y desinfección	58
2. Elaboración de los recubrimientos comestibles	58

a.	Recubrimiento de gelatina	59
b.	Recubrimiento de gel sábila	59
c.	Recubrimiento de almidón de yuca	59
3.	Aplicación del recubrimiento	59
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	60
1.	Análisis físico – químico	60
a.	Pérdida de peso	60
b.	Textura – firmeza	60
c.	Acidez titulable	60
d.	pH	61
e.	Contenido de sólidos solubles	61
f.	Índice de madurez	61
2.	Análisis microbiológico	62
3.	Cálculo de tiempo de vida útil	62
<b>IV.</b>	<b><u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b>	<b>63</b>
A.	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS	63
1.	Pérdida de peso	63
2.	Textura (firmeza)	65
3.	Contenido de sólidos solubles	68
4.	pH	70
5.	Acidez titulable	72
6.	Índice de madurez	75
B.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	81
1.	Mohos y levaduras	81
2.	Aerobios totales (mesófilos)	84
C.	VIDA DE ÚTIL	88
1.	En función de los aerobios totales (mesófilos)	88
2.	En función de la pérdida de peso	89
D.	ANÁLISIS ECONÓMICO	91
1.	Estimación de los costos de producción	91
<b>V.</b>	<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	<b>95</b>
<b>VI.</b>	<b><u>RECOMENDACIONES</u></b>	<b>96</b>
<b>VII.</b>	<b><u>LITERATURA CITADA</u></b>	<b>97</b>
	ANEXOS	

**LISTA DE CUADROS**

	Pág.
1. CLASIFICACIÓN DE ALGUNAS FRUTAS EN FUNCIÓN DE SU COMPORTAMIENTO RESPIRATORIO.	8
2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.	12
3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.	18
4. EXPORTACIONES ECUATORIANAS DE PAPAYAS Y SUS ELABORADOS AL MUNDO.	25
5. CLASIFICACIÓN DE LA PAPAYA POR CALIBRES.	37
6. COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE LA PAPAYA.	40
7. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA.	52
8. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	56
9. ESQUEMA DE LA ADEVA.	57
10. CARACTERÍSTICAS DE LOS TRATAMIENTOS.	58
11. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN LA PÉRDIDA DE PESO (%) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.	64
12. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN LA TEXTURA (FIRMEZA, N) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.	67
13. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN EL CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.	69
14. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN EL pH DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.	71
15. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN LA ACIDEZ TITULABLE (ÁCIDO CÍTRICO, %) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.	74
16. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN EL ÍNDICE DE MADUREZ DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.	76
17. ESTADOS DE MADUREZ (EM) DE PAPAYA HAWAIANA.	78

18. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN EL CRECIMIENTO DE MOHOS Y LEVADURAS (UFC/cc) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.	83
19. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN EL CRECIMIENTO DE AEROBIOS TOTALES (UFC/cc) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.	86
20. CÁLCULO DE LA VIDA ÚTIL EN BASE A LOS AEROBIOS TOTALES DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS.	89
21. CÁLCULOS DE LA VIDA UTIL EN BASE A LA PÉRDIDA DE PESO DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS.	90
22. COSTOS DE PRODUCCIÓN.	93
23. PRECIOS DE UN KG DE PAPAYA SIN RECUBRIMIENTO Y CON RECUBRIMIENTO.	94

## LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
1. Efecto de la maduración sobre los componentes de las frutas.	4
2. Frutos de la planta de papaya.	15
3. Patrón respiratorio y de producción de etileno en frutas.	16
4. Exportaciones ecuatorianas de frutas no tradicionales al mundo.	24
5. Exportaciones ecuatorianas de papayas al mundo.	25
6. Destinos de las exportaciones de papaya ecuatoriana.	26
7. Frutos de papaya con diferentes grados de madurez.	32
8. Diagrama para el manejo postcosecha.	34
9. Evolución del porcentaje de la pérdida de peso por efecto de los recubrimientos en las papayas evaluadas a temperatura ambiente durante 21 días.	65
10. Comportamiento de la textura (firmeza, N) de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos a temperatura ambiente durante 21 días.	68
11. Comportamiento del contenido de sólidos solubles (°Brix) de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos a temperatura ambiente durante 21 días.	70
12. Comportamiento del pH de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos a temperatura ambiente durante 21 días.	72
13. Comportamiento de la Acidez titulable (ácido cítrico, %) de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos durante 21 días a temperatura ambiente.	75
14. Evolución del índice de madurez (IM) de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos durante 21 días a temperatura ambiente.	77
15. Aspecto de seis estados de maduración de papaya Maradol.	79
16. Estado de madurez de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos durante 21 días a temperatura ambiente.	80
17. Comportamiento del crecimiento de mohos y levaduras (UFC/cc) en las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos a temperatura ambiente durante 21 días.	84

18. Comportamiento del crecimiento de aerobios totales (UFC/cc) en las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos a temperatura ambiente durante 21 días. 87
19. Diagrama de flujo de la aplicación de recubrimientos en la papaya. 92

## LISTA DE ANEXOS

1. Datos obtenidos de las pruebas físico – químicas durante la experimentación.
2. Datos obtenidos de las pruebas físico – químicas durante la experimentación.
3. Análisis de varianza de las propiedades físico-química del experimento.
4. Análisis de varianza y separación de medias de las pruebas microbiológicas del experimento.
5. Capacidad, dimensiones, y carga calórica de la cámara de refrigeración.
6. Costo de la cámara de refrigeración para el almacenamiento de las frutas.
7. Costo de depreciaciones para la aplicación de recubrimientos comestibles de gelatina, gel de sábila y almidón de yuca, en la papaya.
8. Costo del consumo de la electricidad y agua para la aplicación de recubrimientos comestibles de gelatina, gel de sábila y almidón de yuca, en la papaya.
9. Costo de un litro de recubrimiento de gelatina, gel de sábila, y almidón de yuca.
10. Fotografías del trabajo experimental.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2003), menciona que algunos de los trastornos más comunes y debilitantes del mundo, son consecuencia de una alimentación carente de vitaminas y minerales, denominados comúnmente como micronutrientes, uno de los principales factores de tal falta de estos es por el consumo insuficiente de frutas y hortalizas.

Varios estudios bioquímicos y epidemiológicos han demostrado que las frutas y verduras contribuyen a la reducción de varias enfermedades, incluyendo cardiovasculares, neurológicas y cancerígenas; en la actualidad los consumidores han incrementado su consumo, trasformando sus dietas, puesto que son conscientes de los beneficios de las frutas frescas y vegetales para la salud. (Gayosso, L. et al., 2011).

A nivel mundial las pérdidas postcosecha en las frutas varían mucho, desde un 10 hasta un 80%, tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo, evidenciándose que estas pérdidas se producen a lo largo de la cadena productiva, desde el momento de la recolección hasta el consumo. (FAO, 2005).

Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones (PROECUADOR, 2014), indica que la producción de frutas no tradicionales en nuestro país ha crecido significativamente, destacándose el mango, piña y papaya por su interés en el mercado exportador, el mismo que se ve afectado por su limitado período de conservación debido a su naturaleza altamente perecedera, la susceptibilidad a daños por frío, y el deterioro de la calidad postcosecha durante transporte y almacenamiento.

Las pérdidas postcosecha, pueden alcanzar hasta el 50% de la producción, convirtiéndose en unos de los principales y más graves problemas de este sector; muchas empresas ecuatorianas pierden competitividad internacional, por la falta de conocimiento de cómo poder cumplir con las exigencias y normativas de los

mercados demandantes de frutas; por lo que es necesario implementar metodologías eficientes, que busquen mejorar los procesos que forman parte del sector frutícola.

En los últimos años, varios tratamientos tales como atmósferas modificadas o controladas, agua caliente, embalaje e irradiación gamma, se han empleado para superar los problemas de postcosecha de frutas; otra técnica que está ganando popularidad como es la aplicación de recubrimientos comestibles. (Hamzah, H. et al., 2013).

La utilización de recubrimientos comestibles puede considerarse como una alternativa rentable para la postcosecha, beneficiando al sector frutícola; según Narsaiah, K. et al. (2015), actúan como barreras frente a la contaminación microbiana e inhiben efectos desfavorables en la fruta entera o mínimamente procesada, puesto que son aplicados directamente sobre la superficie.

Brasil, I. et al. (2012), indican que ayudan a prevenir el daño físico, mejorar el aspecto y reducir la flora microbiana, entre otros, logrando un mayor tiempo de conservación, sin efectos nocivos para la salud humana. Generalmente, estos recubrimientos constan de un biopolímero que forma la película, además llevan un ingrediente funcional (sabores, antioxidantes, antimicrobianos); los aceites esenciales se usan como antimicrobianos naturales, dado que tienen menos efectos secundarios o toxicidad, y mejor biodegradabilidad en comparación con los conservantes químicos.

La papaya al ser una fruta tropical climatérica tiene una vida postcosecha corta, lo que implica pérdida de peso, rápido ablandamiento de la pulpa, y crecimiento microbiano, tomando en cuenta que una vez cosechado el fruto, bajo condiciones ambientales normales completa su madurez en aproximadamente una semana; su conservación se hace bastante difícil, por tanto, es de suma importancia tener un conocimiento acertado del manejo postcosecha de esta fruta. (Albertini, S. et al., 2015).

La presente investigación pretende contribuir a la mejora del manejo postcosecha de la papaya, mediante el empleo de recubrimientos orgánicos comestibles con un aditivo o conservante natural como lo es el aceite esencial de naranja, constituyéndose en barreras naturales que no sólo retrasan el metabolismo e inhiben el crecimiento fúngico, sino también modifican la atmósfera que los rodea, lo que ayudará a alargar la vida útil y mantener sus propiedades sensoriales, a fin de reducir las pérdidas en la producción.

Es importante señalar que los recubrimientos considerados para el desarrollo de esta línea de investigación, son orgánicos, tienen valor alimenticio, son inocuos para la salud, llegando a ser benéfico para el consumidor; así como también se dispondrá de un producto fresco cumpliendo con las exigencias para la exportación, considerando también que si estos no se consumen junto con la fruta, no contribuyen a la contaminación del medio ambiente, debido a su naturaleza biodegradable en comparación con los polímeros sintéticos. (Narsaiah,K. et al., 2015).

Por lo citado anteriormente se plantearon los siguientes objetivos:

- Aplicar tres tipos de recubrimientos comestibles (almidón de yuca, sábila y gelatina), con la adición del 1% de aceite esencial de naranja para la conservación postcosecha de papayas.
- Evaluar las características físico – químicas y microbiológicas postcosecha de la papaya cuando se aplica los recubrimientos comestibles.
- Establecer cuál de los tres tratamientos empleados prolonga la vida útil postcosecha de la papaya mediante las características físico – químicas y microbiológicas.
- Determinar los costos de producción de la elaboración de los recubrimientos comestibles para la papaya.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. LAS FRUTAS

#### 1. Definición

Gil, A. (2010), menciona que en botánica el fruto se define como el ovario fecundado y maduro de los vegetales, desarrollado a partir de una flor, y consta de las semillas y el pericarpio.

De acuerdo al Código Alimentario Español (CAE), la denominación genérica de frutas comprende el fruto, la inflorescencia, la semilla o partes carnosas de órganos florales que hayan alcanzado un grado adecuado de madurez y sean adecuadas al consumo humano.

#### 2. Composición química

Según Gil, A. (2010), las características y propiedades de las frutas dependen en gran parte de su composición química y ésta, está en función de varios factores, como la especie y variedad, condiciones de cultivo, clima, estado de maduración, duración del almacenamiento, entre otros, como se muestra en el (gráfico 1).

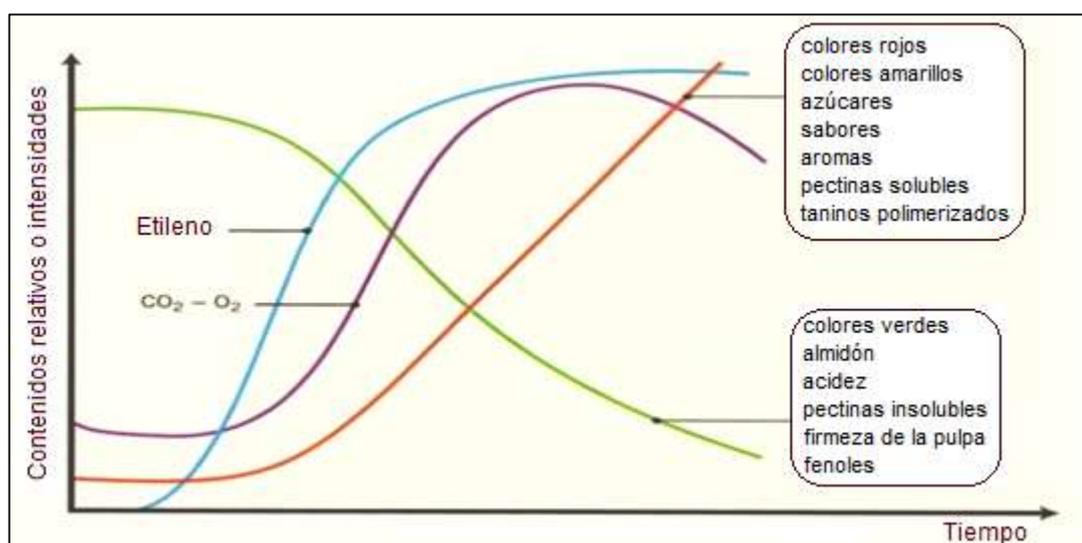


Gráfico 1. Efecto de la maduración sobre los componentes de las frutas.

Fuente: Gil, A. (2010).

### **a. Energía**

Las frutas se caracterizan por su bajo aporte calórico, a excepción del aguacate, que se consume acompañando a la ensalada y no como fruta de postre propiamente dicha, en general las frutas proporcionan un aporte energético en torno a las 30 a 50kcal/100g de porción comestible.

### **b. Agua**

El contenido de agua está comprendido entre el 81 y el 93%. Dentro de una misma especie pueden darse considerables variaciones de la riqueza en agua; incluso esta puede variar a lo largo del día.

### **c. Hidratos de carbono**

Los hidratos de carbono constituyen el grupo de principios inmediatos que siguen cuantitativamente en importancia al agua. Pueden hallarse presentes bien en forma de azúcares o en forma de polímeros.

- **Azúcares:** los principales azúcares son la sacarosa, la glucosa y la fructosa. Otros azúcares como la xilosa, la arabinosa o la manosa, se encuentran en menor proporción, con algunas excepciones.
- **Almidón:** suele encontrarse sólo en la fruta no madura, disminuyendo su concentración a lo largo de la maduración.
- **Fibra:** está compuesta por celulosa, hemicelulosas, pectinas y ligninas. La mayoría de las frutas poseen un contenido en fibra insoluble superior al de la fibra soluble.

### **d. Compuestos nitrogenados**

En las frutas el contenido de proteína es bajo, no suele representar más del 1%, de ahí su escasa consideración como fuente de proteínas; la mayor parte de esta

fracción proteica está constituida por enzimas que participan en el proceso de maduración (papaína en la papaya).

#### **e. Lípidos**

La porción lipídica de los frutos es normalmente muy baja, del orden 0,1 al 0,5% de peso fresco, a excepción de la pulpa de aguacate que puede llegar hasta el 30%.

#### **f. Vitaminas**

Las frutas aportan a la dieta una proporción importantes de vitaminas C y A, otras como la vitamina E o las del grupo B, contribuyen muy poco a la dieta, el aporte de ácido fólico de las frutas es bajo.

#### **g. Minerales**

El potasio, junto con el fósforo, son los elementos minerales más representativos de la fruta, en algunas frutas puede representar el 50% de las cenizas, resaltando de la misma manera el bajo contenido en sodio.

#### **h. Ácidos orgánicos**

Las frutas se caracterizan por su riqueza en ácidos orgánicos, se destacan los hidroxiacidos, como cítrico, málico, succínico, tartárico y tánico; estos compuestos son responsables de la acidez en la fruta verde, disminuyen durante la maduración.

#### **i. Compuestos fenólicos**

Las frutas son alimentos ricos en compuestos fenólicos, se incluyen grupos como los monofenoles, polifenoles, ácidos fenólicos y flavonoides.

## **j. Pigmentos**

Constituye uno de los factores organolépticos más atractivos de las frutas esto se debe a la presencia de pigmentos como la clorofila, los antocianos, y los carotenoides.

- Las clorofilas, son el único pigmento presente en las frutas jóvenes, responsable de su color verde, estas tienen carácter lipofílico.
- Los antocianos o antocianas, son hidrosolubles, proporciona colores que van de rojo al azul o púrpura, dependiendo del pH, se hallan en la piel (manzana, uva) pero también puede estar en la porción carnosa (variedades de cereza).
- Los carotenoides son responsables del color amarillo o rojo de ciertos frutos, son más abundantes en la piel que la porción carnosa, son liposolubles.

## **k. Sustancias aromáticas**

Al igual que el color, el aroma es una de las características organolépticas más atractiva, se debe a la presencia de compuestos volátiles, ya que existen más de 500 de estos, son de pequeño peso molecular como ésteres, alcoholes, aldehídos, ácido, cetonas y derivados terpénicos.

## **3. Clasificación**

### **a. De acuerdo al comportamiento respiratorio**

Según la FAO (1987), las frutas pueden dividirse en dos tipos:

- No climatéricas: En las frutas no climatéricas los procesos de desarrollo y maduración de consumo son continuos y graduales que se llevan a cabo en la planta, puesto que no maduran después que se cosecha, mantienen niveles bajos de respiración y producción de etileno, sin presentar cambios bruscos en su composición y aspecto.

- Climatéricas: En las frutas climatéricas, el proceso natural de maduración, es iniciado de acuerdo a cambios en la composición hormonal, se caracteriza por un rápido aumento en la velocidad de la respiración y el desprendimiento de etileno, haciendo que alcancen la madurez de consumo en la postcosecha, en el cuadro 1, se puede ver la clasificación de algunas frutas.

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN DE ALGUNAS FRUTAS EN FUNCIÓN DE SU COMPORTAMIENTO RESPIRATORIO.

Frutas climatéricas	Frutas no climatéricas
Palta ( <i>Persea americana</i> )	Limón sutil ( <i>Citrus aurantifolia</i> )
Chirimoya ( <i>Anona cherimolia</i> )	Mandarina ( <i>Citrus reticulata</i> )
Granadilla ( <i>Passiflora edulis</i> )	Naranja dulce ( <i>Citrus sinensis</i> )
Mango ( <i>Magnifera indica</i> )	Sandía ( <i>Citrullus vulgaris</i> )
Melón ( <i>Cucumis melo</i> )	Piña ( <i>Ananas comosus</i> )
Papaya ( <i>Carica papaya</i> )	Pomelo ( <i>Citrus paradisi</i> )
Plátano ( <i>Musa spp.</i> )	Toronja ( <i>Citrus grandis</i> )
Maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> )	Uva ( <i>Vitis vinifera</i> )

Fuente: Arias, C y Toledo, J. (2000).

## b. Según su naturaleza y estado

El Código Alimentario Español (CAE) clasifica a las frutas atendiendo a dos criterios:

### (1) Por su naturaleza

- Carnosas: frutas cuya parte comestible posee en su composición al menos 50% de agua (melocotón, manzana, pera).
- Secas: frutas cuya parte comestible posee en su composición menos de un 50% de agua (almendras, avellanas, nuez, piñones, castaña).
- Oleaginosas: frutas que son empleadas para la obtención de grasas y para el consumo directo (aceituna, coco, etc.).

(2) Por su estado

- Frescas: destinadas al consumo inmediato sin sufrir tratamiento alguno que afecte a su estado natural.
- Desecadas: el producto obtenido a partir de frutas frescas, cuya proporción de humedad se ha reducido por la acción natural del aire y del sol.
- Deshidratadas: obtenidas a partir de frutas carnosas frescas, cuya proporción de humedad ha sido reducida mediante procesos apropiados y autorizados. El grado de humedad residual será tal que impida toda alteración posterior.

#### **4. Beneficios del consumo**

Según Organización mundial de la salud (OMS, 2013), la ingesta mínima de frutas y verduras es de 400g diarios (excluidas las patatas y otros tubérculos feculentos) para prevenir enfermedades crónicas como las cardiopatías, el cáncer, la diabetes o la obesidad, así como para prevenir y mitigar varias carencias de micronutrientes, sobre todo en los países menos desarrollados.

Gil, A. (2010), menciona que el consumo diario de frutas es esencial para conseguir una dieta equilibrada, nutritiva y suficiente, a fin de alcanzar la sensación de saciedad sin exceder el valor energético adecuado para una correcta alimentación.

Las frutas aportan cantidades importantes de ciertas vitaminas que poseen propiedades antioxidantes, protegiendo a las células frente al estrés oxidativo, así como también aportan fibra soluble e insoluble que es beneficioso para la regulación de la digestión, ayudan a eliminar sustancias potencialmente nocivas y a reducir los niveles de colesterol.

## **B. PAPAYA**

### **1. Reseña histórica**

Su nombre proviene del griego *karike*, que es un tipo de higuera, y fue propuesto por Carlos Linneo, ya que encontró similitud entre las hojas de ambas especies. Por otro lado, el vocablo papaya es probablemente una adaptación de *kapáda*, su nombre nativo caribeño. (Consejo Nacional de Productores de Papaya, PROPAPAYA, 2011).

Según García, M. (2010), la primera mención escrita que se tiene de la papaya es en la “Historia Natural y General de las Indias” de Oviedo, quien alrededor del año 1535, en una carta a su Soberano, le decía haber visto, esta planta, creciendo en el sur de México y Centroamérica.

En los primeros tiempos de la conquista se distribuyó rápidamente por todas las Antillas y Sudamérica. A finales del siglo XIV y a principios del XV se difundió a Filipinas, Malasia, Sur de China, Ceilán y Hawai, por navegantes españoles y portugueses. Ahora se encuentra cultivado en extensas zonas por todas las regiones tropicales y subtropicales. En los últimos años el 50% de la producción mundial se concentra en Brasil, México y la India.

Para Khairul, E. et al. (2015), la *Carica papaya Linn* generalmente conocida como papaya o pata, es una especie originaria de las tierras bajas del este de América Central, ha sido ampliamente cultivada en países tropicales durante cientos de años se ha utilizado en aplicaciones de salud étnicos tradicionales.

### **2. Importancia**

La papaya es una fruta de gran importancia económica en muchos países tropicales y subtropicales, con una producción mundial de 12,4 toneladas métricas. Hay un mercado vibrante de exportación, pero, en general, la mayoría de esta fruta entra a las cadenas de suministros locales y nacionales. (Rashid, M. et al., 2015).

El cultivo de la papaya ha experimentado un crecimiento en todo el mundo en los últimos años debido a la demanda de los consumidores por sus propiedades nutritivas, medicinales y sabor, además a nivel de agricultores es un cultivo que ofrece ingresos a partir de los 6 meses de trasplantado, lo que lo vuelve uno de los frutales más precoces, a esto hay que agregarle que los proyectos de inversión social ven en esta planta una buena alternativa de alimento, opciones de diversificación de fincas, fuente de empleo y alta rentabilidad. (García, M., 2010).

### **3. Taxonomía y descripción botánica**

#### **a. Taxonomía**

La papaya es una planta tropical, tiene un solo tronco sin ramas y forma una copa redondeada, su altura esta entre 1,8 a 5,5 metros; de pocas hojas largas y con una forma similar a un péndulo, color verde claro y con nervaduras. (Franco, A., 2015).

La papaya es el fruto de un árbol conocido como papayo. Su nombre científico es *Carica papaya L.* y pertenece a la familia de las *caricáceas*, es un árbol de tallo suave y no-ramificado, ampliamente cultivada en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo tanto por sus frutos comestibles y por su alto contenido de cisteína proteinasas. (Looze, Y. et al., 2009).

García, M. (2010), indica que la familia *caricácea* solamente incluye cuatro géneros, tres de los cuales son de América tropical (*Carica*, *Jacaratia* y *Jarilla*) y uno de África ecuatorial (*Cylicomorpha*). El género *Carica* agrupa unas 21 especies de plantas, dentro de las cuales *Carica papaya* es la más importante por su utilización en la alimentación humana.

La clasificación taxonómica se detalla en el (cuadro 2).

Cuadro 2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Reino	Vegetal
Tronco	<i>Cormophyta</i>
División	<i>Antophyta</i>
Subdivisión	<i>Angiosperma</i>
Clase	<i>Dicotiledónea</i>
Subclase	<i>Chrisopétala</i>
Segundo grado evolutivo	<i>Dialipétala</i>
Orden	<i>Parietales</i>
Familia	<i>Caricacea</i>
Género	<i>Carica</i>
Especie	<i>Papaya</i>

Fuente: García, A. (2010).

## b. Descripción botánica

Guzmán, G. (1998) menciona que, la planta de papaya presenta las siguientes características:

- Raíz: El sistema radical de la papaya se compone de una raíz pivotante que al penetrar en el suelo le sirve de apoyo, cuenta además con otras raíces grandes y tuberosas que se desarrollan superficialmente, las cuales están provistas de gran cantidad de raicillas que alimentan a la planta.
- Tallo: Es una planta herbácea arborescente, de rápido crecimiento, cuyo tallo es recto y cilíndrico que puede alcanzar alturas de 10m en la madurez, generalmente es un tallo único; sin embargo, se ramifica cuando se elimina el punto apical o cuando las plantas llegan a la vejez.
- Tronco: El tronco está compuesto de un tejido más carnoso que leñoso, el cual se va endureciendo conforme a su crecimiento, una de las manifestaciones son las cicatrices que van dejando los pecíolos al desprenderse.

- Hojas: El follaje está constituido por una corona compacta de hojas grandes en la parte terminal del tallo, alternas, palmeado lobulares con 7 a 11 lóbulos, de color verde oscuro en el haz, más claro y con nervios prominentes en el envés.

Los pecíolos son largos, rectos o ligeramente curvados hacia arriba en la parte distal, pueden alcanzar entre 25 a 70cm de longitud o más, con la característica de que su centro se encuentra vacío; las hojas nuevas se desarrollan continuamente y las viejas se secan y caen.

- Flores: Según García, M. (2010), las flores del papayo son de color blanco, nacen en el tallo cerca de la inserción de las axilas de las hojas, poseen 5 pétalos y 5 sépalos. La polinización de las flores femeninas y hermafroditas se da por el viento y muchas veces por insectos. El papayo desarrolla 3 tipos de flores: la flor femenina o pistilada, la flor masculina o estaminada y la flor hermafrodita.

Flor femenina o pistilada: Miden entre 5 y 6,5cm de longitud, se encuentran aisladas o en pequeños racimos de 5 a 6 flores, unidas con pedúnculos cortos y carecen de estambres. Su ovario es ovoide, su estigma es dividido, los frutos provenientes de ellas son redondos u ovalados y en la base presentan una cicatriz pentagonal. Se identifica por ser ancha de la base y delgada en el extremo.

Flor masculina o estaminada: Son aquellas que se desarrollan en largas panículas colgantes en forma de racimo. La corola está formada por 5 pétalos que se unen en las 3 cuartas partes de su longitud, formando un tubo fino que posee en su base un ovario rudimentario. Poseen 10 estambres. Algunas veces estas flores, de acuerdo a condiciones ambientales, derivan en flores hermafroditas y producen frutos no comerciales.

Flor hermafrodita: Presentan órganos masculinos y femeninos, crecen en racimos cortos, estas pueden ser de 3 tipos: hermafrodita pentándrica, su corola se compone de 5 pétalos unidos en su base, el ovario es bien desarrollado, globoso y de 5 lóbulos, presenta la misma forma que una flor

femenina, tiene 5 estambres con largos filamentos adheridos a la base de la corola, producen frutos globosos con 5 lóbulos o surcos muy marcados; hermafrodita intermedia, es un tipo intermedio que tiene de 2 a 10 estambres, colocados irregularmente en el tubo de la corola y que nacen de la mitad interna de los pétalos, los filamentos se funden con la pared del ovario y originan frutos de diversas formas y de bajo valor comercial; y hermafrodita perfecta o elongata, es la flor hermafrodita más estándar, su corola está formada por 5 pétalos unidos en la tercera parte inferior de su longitud, posee los estambres colocados en doble serie de 5 cada una, adheridos a la parte media de la corola, esta flor es angosta de la base y luego se ensancha hasta terminar en punta, los frutos provenientes de esta flor son alargados, lisos en su primera mitad y ligeramente lobulados hacia la punta, son de buena calidad, carnosos y con el espacio interno más reducido que los frutos redondos o lobulados.

Aunque el tipo de sexo básico del papayo es determinado genotípicamente, algunos árboles pueden sufrir reversiones sexuales en diversos grados, ocasionado por la influencia de cambios estacionales en el clima; es frecuente encontrar árboles con frutos alargados que, al sufrir un estrés por temperaturas y humedades altas o bajas, comienza a producir frutos redondos, no es que se cambie de sexo, lo que sucede es que se cambia del tipo elongata al pentándrica.

- Fruto: El fruto de la papaya es una baya proveniente de un ovario súpero, de pericarpio carnoso y succulento, cuyo color puede variar desde el amarillo hasta rojo. Normalmente un fruto contiene gran cantidad de semillas, se desarrollan en 5 hileras adheridas a la pared interior del ovario, son oscuras y esféricas, miden aproximadamente de 5mm de diámetro. (Guzmán, G., 1998).
- Semilla: Está formada por un embrión pequeño, aplanado lateralmente y rodeado por el endospermo, así como de una cubierta formada por una endotesta dura y muricada y de una sarcotesta traslúcida que contiene un fluido delgado mucilaginoso, tiene un sabor picante y una cantidad considerable de grasa amarilla, cada fruto tiene de 300 a 800 semillas. (García, M., 2010).

#### 4. Características del fruto

Arias, C. y Toledo, J. (2000), manifiestan que el fruto de la papaya es una baya ovoide, cuya forma varía de casi esférica a oblonga o periforme, como se puede observar en el gráfico 2; posee una cavidad cuyo tamaño puede ser pequeña o mayor que la mitad del diámetro del fruto.

Según las variedades, los frutos pueden alcanzar de 15 a 50 cm de longitud, de 12 a 25 cm de diámetro y un peso de 0,5 a 25 lb o más; el fruto está formado por tres partes: el exocarpio o cáscara, el mesocarpio o pulpa y el endocarpio que contiene las semillas y mucílago. (García, M., 2010).

La pulpa, es de color amarillo anaranjado o rojizo, es gustosa y aromática, de sabor agradable y dulce; el látex de la fruta inmadura posee una enzima, la papaína, de naturaleza proteolítica, utilizada para ablandar carnes, para aclarar bebidas y para fines medicinales e industriales. (Arias, C. y Toledo, J., 2000).

La cáscara que es el empaque natural del fruto cumple la función de proteger la pulpa interior y mantener en equilibrio las condiciones internas y externas. (Arango, L. et al., 2000).



Gráfico 2. Frutos de la planta de papaya.

Fuente: Franco, A. (2010).

### a. Comportamiento climatérico

Las frutas se clasifican en climatéricas y no climatéricas, según su patrón respiratorio y de producción de etileno durante la maduración organoléptica o de consumo, como se indica en el (gráfico 3).

Las frutas climatéricas incrementan marcadamente su ritmo respiratorio y producción de etileno durante la maduración organoléptica. De igual manera, los cambios asociados con esta etapa de desarrollo (color, sabor, aroma, textura) son rápidos, intensos y variados. Estas frutas pueden ser maduras organolépticamente en la planta o después de cosechadas.

Por el contrario, en las frutas no climatéricas, los procesos de desarrollo y maduración organoléptica son continuos y graduales; manteniendo éstas, en todo momento, niveles bajos de respiración y de producción de etileno. Estas frutas sólo maduran en la planta. (Arias, C. y Toledo, J., 2000).

En los frutos climatéricos los procesos metabólicos que permiten que un fruto en madurez fisiológica llegue a madurez de consumo se inician con el etileno endógeno producido por la fruta, que es un proceso natural y propio de las frutas. (Arango, L. et al., 2000).

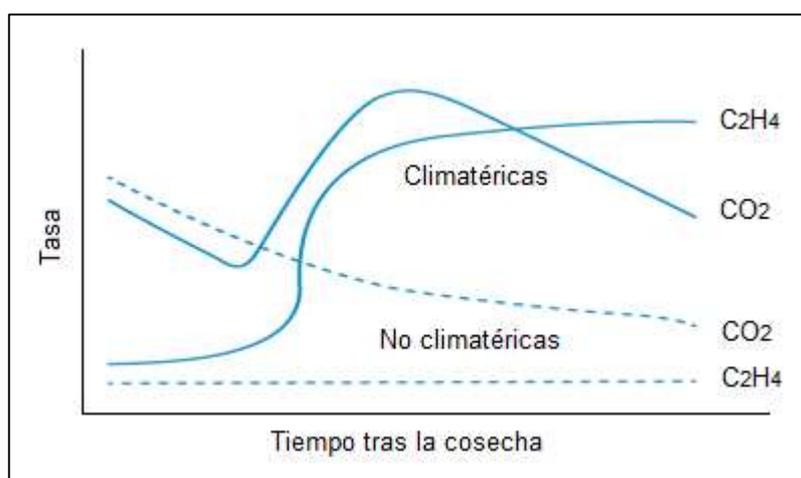


Gráfico 3. Patrón respiratorio y de producción de etileno en frutas.

Fuente: Arias, C y Toledo, J. (2000).

La papaya es una fruta climatérica, por cuanto tiene una vida postcosecha corta; los procedimientos de almacenamiento postcosecha ayudan a minimizar el deterioro de la calidad de la descomposición fisiológica. (Hamzah, H. et al., 2013).

## **b. Composición nutricional**

Khairul, E. et al. (2015), señalan que la papaya se clasificó entre los 5 primeros frutos nutricionalmente beneficiosos (junto con la guayaba, sandía, pomelo y kiwi) entre los 38 frutos comunes, basados en puntajes nutricionales y el porcentaje diario recomendado, para la pro-vitamina A, ácido ascórbico (AA), potasio, ácido fólico y fibra.

Así como también se considera una buena fuente de licopeno, con promedio valores que van desde 0,36 hasta 3,4mg/100g de peso fresco, por lo que el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), la ubica en el puesto número 4 de acuerdo a la referencia de nutrientes de los alimentos en general, después de la guayaba roja, sandía y tomate.

Para Guzmán, G. (1998), la papaya es un alimento rico en agua y bajo en calorías, se caracteriza por ser una buena fuente de vitaminas A y C principalmente, de minerales como potasio, fósforo, hierro y calcio, éste último tiene la característica de ser muy variable en sus cantidades dependiendo del cultivo, el contenido de humedad es alto, generalmente se encuentra cerca del 88%, y la cantidad de fibra cercana al 0,7%, como se muestra en el (cuadro 3).

La fruta de la papaya de diversos cultivares tienen diferentes características en el color y el sabor; el color de la pulpa está vinculado al contenido de carotenoides, estas frutas tienen un alto contenido de estos compuestos, así como también de azúcares, exhiben un sabor aromático agradable. (Jing, G. et al., 2015).

Cuadro 3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.

Elemento	Cantidad
Agua	88,1%
Carbohidratos	9,8%
Fibra	0,8%
Proteína	0,6%
Ceniza	0,6%
Grasa	0,1%
Calorías	39 (en 100 gramos)

Fuente: García, A. (2010).

### c. Beneficios para la salud

En la mayoría de los países tropicales y subtropicales, la papaya representa una importante fuente dietética de vitamina A como el  $\beta$ -caroteno y  $\beta$ -criptoxantina; la cual ayuda a las personas vulnerables puesto que, si su dieta es crónicamente deficiente en esta vitamina, están muy expuestos a varias enfermedades como xeroftalmia o anemia. (Schweiggert, R. et al., 2011).

Al ser solubles en lípidos los carotenoides juegan un papel importante en la salud humana y la nutrición; estudios anteriores han demostrado que los estos impiden enfermedades cardiovasculares, brindan protección contra algunos tipos de cáncer por su potente poder antioxidante. (Jing, G. et al., 2015).

Según el PROPAPAYA (2011), el consumo de papaya es ideal para aliviar el estreñimiento debido a que su contenido de fibra le confiere propiedades laxantes. Ejerce un efecto saciante, lo que beneficia a las personas que llevan a cabo una dieta para perder peso.

Además, por su aporte de vitamina C y de provitamina A, se recomienda especialmente, para personas que no toleran los cítricos, el pimiento u otros vegetales, y para quienes deben llevar a cabo una dieta baja en grasa. Por su riqueza en potasio y bajo aporte de sodio es recomendable su consumo para quienes sufren de hipertensión arterial o enfermedades cardiovasculares.

#### **d. Consumo**

Este fruto es muy utilizado en la gastronomía, ya que tanto la pulpa como las semillas son comestibles, las cuales tienen propiedades medicinales. Así mismo, las hojas del árbol de este fruto se utilizan para la preparación de ensaladas, como reemplazo de la espinaca. (PROEcuador, 2014).

La papaya se puede consumir en forma fresca o en diferentes preparaciones tales como: jugos, puré, compotas, postres, platillos gourmet, entre otros.

Como fruta madura, se consume en la mayoría de las culturas occidentales, es frágil con una corta vida de estantería, la fruta verde, inmadura y las hojas son ampliamente utilizadas en ensaladas y en la cocina en países asiáticos, pero esto no es una práctica común en el oeste de las sociedades como la Unión Europea, EE.UU. y Australia. (Khairul, E. et al., 2015).

Algunos productos obtenidos a partir de su industrialización son los siguientes: papaína, pectina, esencias, aceites, diversos medicamentos, néctares, conservas, miel, jalea, fruta deshidratada, mermeladas, jugos; también es utilizada para tratamientos médicos de insuficiencias gástricas y duodenales, elaboración de medios de cultivo, ablandador de carnes, suavizadores de chicles, jarabes expectorantes y clarificación de cervezas, entre otros. (García, M., 2010).

#### **5. Variedades**

En el mercado mundial se reconocen dos grandes clasificaciones de papaya, la hawaiana y la mexicana; cada clasificación a su vez se divide en variedades y cultivares. En Centroamérica es difícil hablar de variedades debido a los múltiples cruzamientos que se producen por libre polinización.

Tradicionalmente en el Ecuador se cultivado las variedades grandes del grupo mexicano, de pulpa amarilla y de pulpa roja, sin embargo, existen plantaciones comerciales de nuevas variedades pequeñas de tipo hawaiana, cuya exportación es factible durante todo el año. (La Solución para el agro, SOLOAGRO, 2006).

PROECUADOR (2014), menciona que la papaya es una fruta dulce y sana propia del clima tropical de algunas zonas de Ecuador, entre las cuales tenemos las siguientes variedades:

**a. Hawaiana**

Tiene forma de pera, su peso puede variar entre 400 y 800g. Es la más dulce de todas las variedades cosechadas en Ecuador, se usa frecuentemente en la preparación de jugos. En el centro de la fruta se acumulan semillas redondas de color negro, de 5mm aproximadamente, cubiertas de un material transparente y gelatinoso.

**b. Tainung**

Tiene la pulpa de color rojo y se caracteriza por su fuerte aroma. En promedio su peso es de 1,1kg. La madurez se identifica cuando el fruto empieza a tornarse de color amarillo pintón al menos en un 40% de la superficie y se hace suave al tacto. Esta variedad toma seis meses para la floración y cinco meses más para la cosecha.

**c. Maradol**

Su forma se asemeja a la pera, pero es más alargada en relación con la papaya hawaiana. Su peso varía entre los 1,5 y 2kg. Se desarrolla de forma óptima en climas cálidos y es mucho más productiva la cosecha en regiones ubicadas a menos de 800m de altura sobre el nivel del mar. Esta variedad toma seis meses para la floración y cinco meses más para la cosecha.

**6. Respuestas fisiológicas de las frutas al estrés**

Para Arango, L. et al. (2000), la mayor parte del deterioro observado en las frutas se debe a una serie de reacciones fisiológicas como respuesta a factores adversos como daños físicos, desórdenes fisiológicos o enfermedades ocasionadas por diversos patógenos.

### **a. Desordenes físicos y fisiológicos**

- Daños en la piel: Se presentan zonas verdes como islas en la cáscara; los daños incluyen magulladuras, parches amarillos y verdes, maduración heterogénea, zonas duras alrededor de la inserción del pedúnculo o puntos duros en la pulpa, zonas muy blandas y aguadas en la pulpa.
- Daños por frío: Las frutas tropicales y subtropicales 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 al ataque de patógenos secundarios. (Arias, C. y Toledo, J., 2000).

Arango, L. et al. (2000), indican que la susceptibilidad al daño por frío varía de acuerdo al cultivar y es mayor en papayas en madurez fisiológica que en papayas en madurez de consumo.

- Daños por calor: La exposición de las papayas a altas temperaturas durante en almacenamiento causan cambios no homogéneos en la coloración de las cáscaras, desarrollo anormal en la coloración, baja intensidad en la coloración, reblandecimiento anormal.

### **b. Desordenes patológicos**

Según Arias, C. y Toledo, J. (2000), la susceptibilidad de las frutas al deterioro por enfermedades aumenta con el tiempo de almacenamiento, debido a que se disminuye la capacidad de síntesis de sustancias fungistáticas naturales (fitoalexinas) que protegen a las frutas.

Los microorganismos y las enzimas están estrechamente relacionados, estas últimas se encuentran en todas las frutas y están involucrada en el proceso de maduración y senescencia; en las papayas se presentan cuando ya han alcanzado

su madurez fisiológica y participan en el proceso de maduración hasta alcanzar la madurez de consumo.

Entre los principales microorganismos que se detectan frecuentemente en las papayas tenemos los hongos tales como *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phomopsis*, *Phytophthora*, *Asperísporium caricae*, *Alternaría alternata*, entre otros, que se desarrollan cuando las frutas presentan lesiones o han alcanzado la senescencia. (Arango, L. et al., 2000).

Para reducir la incidencia de enfermedades causadas por estos hongos se someten a tratamientos de agua caliente en combinación con fungicidas sintéticos. No obstante, los tratamientos de calor afectan a la calidad nutricional y sensorial, mientras que el uso continuo de fungicida sintético puede conducir al desarrollo de cepas resistentes a fungicidas del patógeno; los residuos de estos pueden ser dañinos para los consumidores y el medio ambiente. (Maqbool, M. et al., 2011).

Arango, L. et al. (2000), señalan que las principales enfermedades fungosas son:

- **Antracnosis:** Causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, es la enfermedad que ocasiona las mayores pérdidas en la postcosecha. El patógeno permanece latente en las papayas inmaduras, se desarrolla a medida que los frutos se maduran, las lesiones aparecen como pequeñas placas de color café, superficiales, estas lesiones causan un reblandecimiento de la pulpa que llegan aproximadamente a 2,5cm de diámetro.
- **Pudrición negra de la inserción del pedúnculo:** Ocasionada por *Phoma caricae-papayae* o por *Lasiodiplodia theobromae*, ataca la inserción del pedúnculo. Después de la cosecha las frutas afectadas presentan una coloración café oscuro o negra.
- **Podredumbre húmeda:** Producida por *Phomopsis caricae-papayae*, comienza en una herida de la piel cerca a la inserción del pedúnculo y puede desarrollarse rápidamente en la fruta madura, invade los tejidos reblandeciéndolos y dando una coloración un poco oscura.

- Pudrición en la inserción del pedúnculo por *Phytophthora*: Causada por *Phytophthora nicotianae* var. *parasítica*, comienza como áreas magulladas, seguidas de la aparición de un micelio blanco que se entrecruza.
- Mancha de la fruta por *Alternaría*: Ocasionada por *Alternaría alternata*, presenta lesiones negras circulares a ovales cubiertas con esporas negras, las cuales están solo en la superficie de la fruta y no causa mucha pudrición de los tejidos del parénquima, la refrigeración estimula el crecimiento de este microorganismo, rara vez se desarrollan en frutas que no han sido refrigeradas.
- Mancha Negra: Producida por el hongo *Asperísporium caricae*, causa manchas circulares de 4 a 6mm de diámetro, ligeramente hundidas de color negro las cuales no crecen, se observa normalmente en hojas viejas en el campo y ocasionalmente en frutos.

## **7. Producción de papaya en el Ecuador**

Según datos del III Censo Nacional Agropecuario, A nivel nacional, Santo Domingo de los Tsáchilas es la provincia que más produce papaya en monocultivo (30%) con una producción de 316ha, distribuidas en 131UPAs. Guayas es la segunda provincia productora de papaya bajo el mismo sistema, con una superficie cosechada de 231ha repartidas en 373UPAs. En el caso de cultivos asociados, la provincia de Esmeraldas es la que más área posee (17%), seguida de Morona Santiago (16%), Manabí (14%) y Guayas (11%). (SOLOAGRO, 2006).

Actualmente la producción de papaya se concentra en las provincias de Los Ríos, Santo Domingo y Santa Elena, en estas localidades la fruta es cultivada y producida durante todo el año. (PROECUADOR, 2014).

### **a. Exportaciones del sector frutas**

Las exportaciones del sector frutas no tradicionales han presentado una Tasa de Crecimiento Promedio Anual (TCPA) en el período 2010 al 2014 de 1,47% en valor

FOB. En el año 2014 el monto exportado alcanzó un total FOB de 70 millones USD y 119 toneladas, como se ilustra en el (gráfico 4).

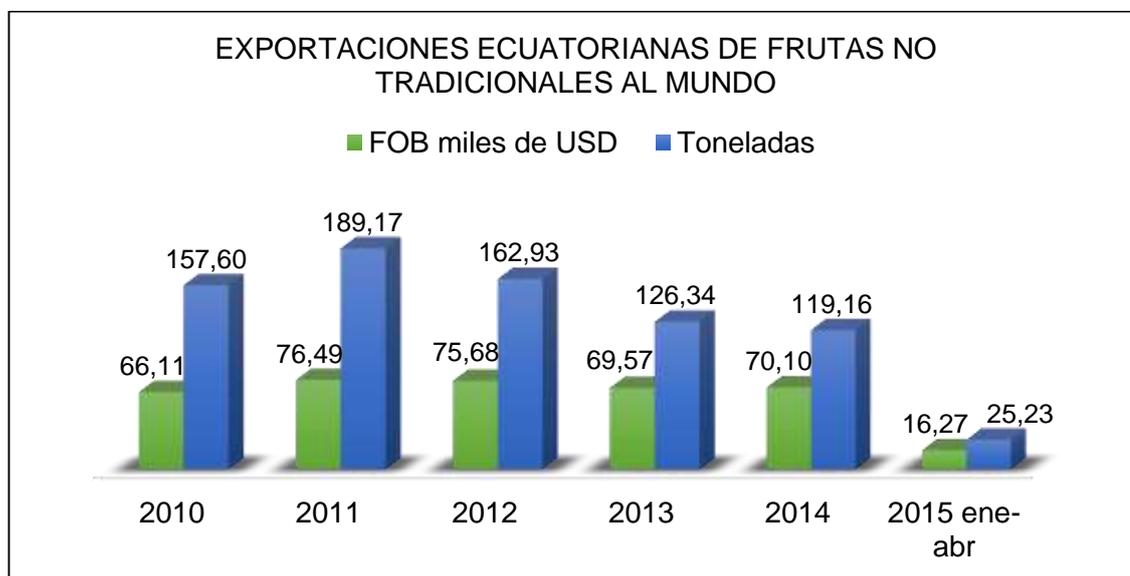


Gráfico 4. Exportaciones ecuatorianas de frutas no tradicionales al mundo.

Fuente: PROECUADOR (2014).

Las principales frutas exportadas dentro del sector en el año 2014 son mangos con una participación de 47,58%, piñas frescas con 40,33%, pitahaya con 17,77% y papayas frescas con 6,18%, entre otros productos.

Las exportaciones de papaya han tenido un crecimiento promedio anual desde el año 2009 hasta el 2014 de 2,99% en el valor FOB exportado, mientras que a nivel de toneladas ha presentado un decrecimiento de 3,91% debido a ciertos factores que han afectado en cierta medida la producción. Las cifras exportadas hasta abril del 2015 de esta fruta suman 1,4 millones USD FOB y 1,286 toneladas; como se muestra en el (gráfico 5).

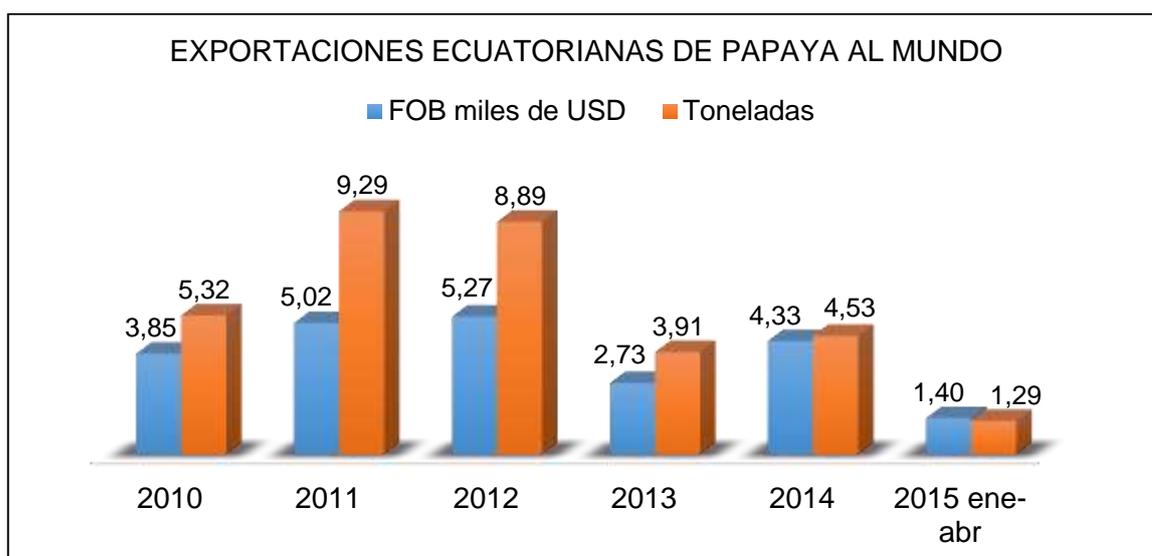


Gráfico 5. Exportaciones ecuatorianas de papayas al mundo.

Fuente: PROECUADOR (2014).

En el cuadro 4, se detallan las exportaciones de papaya y de los demás productos elaborados con esta fruta, principalmente se comercializa como fruta fresca.

Cuadro 4. EXPORTACIONES ECUATORIANAS DE PAPAYAS Y SUS ELABORADOS AL MUNDO.

Exportaciones ecuatorianas de papayas y sus elaborados al mundo							
Miles de USD FOB							
Subpartida	Descripción	2010	2011	2012	2013	2014	2015 ene-abr
0807.20.00.00	Papayas frescas	3,85	5,02	5,27	2,73	4,33	1,40
0811.90.96.00	Sin cocer o cocidas en agua o vapor, congelados.	141	710	141	09	68	17
2009.80.11.00	Jugo de papaya.	298	76	104	00	00	00
2008.99.20.00	Incluidas las mezclas con otras frutas.	05	00	00	10	01	00
<b>TOTAL</b>		<b>4,30</b>	<b>5,81</b>	<b>5,52</b>	<b>2,75</b>	<b>4,40</b>	<b>1,41</b>

Fuente: PROECUADOR (2014).

## b. Destino de las exportaciones ecuatorianas

En el gráfico 6, se puede observar que el mayor socio comercial de papaya ecuatoriana es Reino Unido, en el 2014 tuvo una participación del 50%, seguido de Países Bajos con una participación menor de 17,23%, Bélgica 15,45% y Alemania 14,61%, entre los principales.

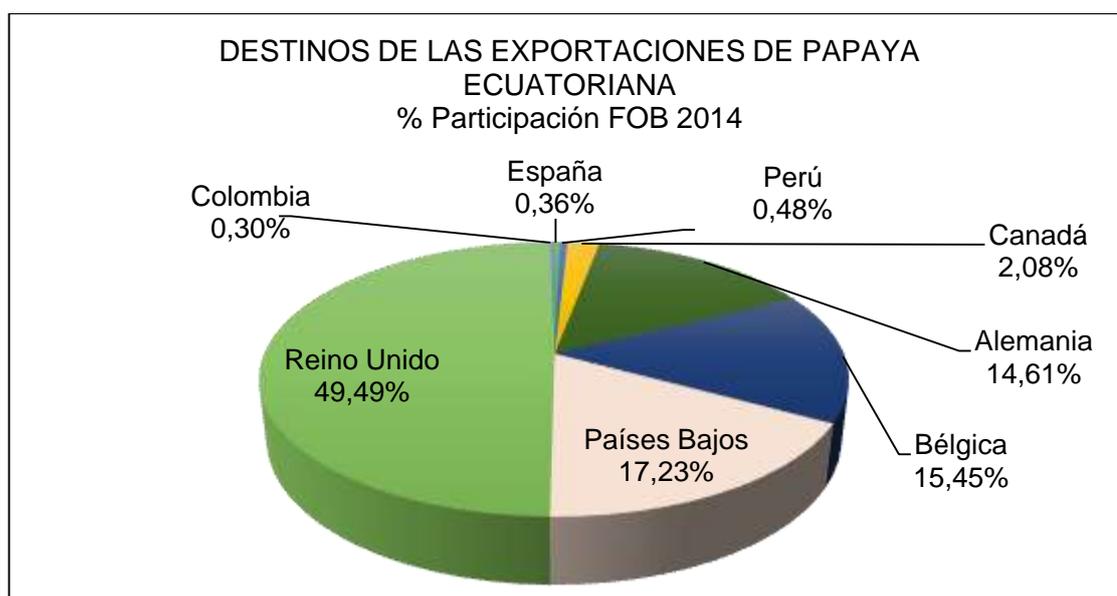


Gráfico 6. Destinos de las exportaciones de papaya ecuatoriana.

Fuente: PROECUADOR (2014).

## C. PROTOCOLO DE LA PAPAYA

### 1. Pre cosecha

Antes de la cosecha, las características y calidad de la fruta de la papaya dependen en gran medida de la forma en que fue cultivada. La obtención de frutos de tamaño y calidad adecuados para los mercados nacionales y de exportación, es el resultado de un buen manejo del cultivo. (Arias, C. y Toledo, J., 2000).

Según el Proyecto Merlín II (2010), el manejo del cultivo debe incluir labores de control de la antracnosis como el deshoje y la remoción de material vegetal del lote, para evitar la diseminación de enfermedades; las fincas dedicadas a la exportación deben cumplir con los lineamientos de las buenas prácticas agrícolas, relativas al

uso de agroquímicos, prácticas culturales y demás lineamientos establecidos en ellas.

No se debe cosechar producto de áreas con alta incidencia de plagas o enfermedades tales como: antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), manchas (*Alternaria tenuis*), podredumbre húmeda (*Phomopsis caricae-papayae*) y pudrición del pedúnculo (*Ascochyta caricae*).

#### **a. Factores agro climatológicos**

Franco, A. (2015), indica que el cultivo de papaya se encuentra a una altitud entre los 300 a 500 m.s.n.m., la temperatura promedio es de 25°C, el suelo debe ser suelto y húmedo, poseer buen drenaje, alto contenido de materia orgánica, un pH de 6,5; en la germinación, vivero y primeros meses después de la siembra para su buen crecimiento y desarrollo se debe aportar una gran cantidad de agua y para estas fases tener instalado sistemas de riego por goteo en el cultivo, en la época de verano recurrir al riego para mantener el cultivo en buen desarrollo.

#### **b. Factores agronómicos**

Para preparar el terreno arar con cincel y rastra, de esta manera se evita la compactación del suelo, se debe construir los canales de riego y drenaje necesarios, teniendo cuidado que no se formen charcos prolongados.

## **2. Cosecha**

En la cadena de producción y comercialización, la recolección o cosecha es una actividad muy importante, puesto que en esta es donde se consolida todo el esfuerzo de los productores; si la fruta no es manipulada adecuadamente, se pueden presentar disminución de la calidad o pérdida total de la misma, debida a daños de diferente tipo como cortes, magulladuras, abrasión, deshidratación, desarrollo de podredumbres, entre otros. (Proyecto Merlín II, 2010).

Según Arango, L. et al. (2000), la cosecha comienza a los 9 meses después de que se ha hecho el semillero o 7 meses después del trasplante. Cuando el mercado es lejano, la fruta se cosecha inmediatamente cuando inicia el cambio de color y aparecen las primeras líneas. La fruta tiene tan buen sabor como si se dejara madurar en la planta y tarda varios días antes de volverse blanda.

Teóricamente, una planta de papaya exigida al máximo con riego y fertilización debe producir un fruto cada 3 o 4 días, según las unidades de calor proporcionadas por el clima donde se hace el cultivo.

#### **a. Maduración**

Arias, C y Toledo, J. (2000), mencionan que al conjunto de procesos de desarrollo y cambios observados en la fruta se conoce como maduración, se desarrolla una serie de características físico químicas que permiten definir distintos estados de madurez. Todo esto es de suma importancia en postcosecha en relación a los siguientes aspectos:

- Desarrollo de índices de madurez o cosecha.
- Definición de técnicas y frecuencia de cosecha.
- Exigencias de calidad del mercado (características externas/composición interna).
- Forma de consumo del producto (natural/procesado)
- Aplicación de técnicas adecuadas de manejo, conservación, transporte y comercialización.
- Vida potencial útil postcosecha.

En relación a los estados de madurez de la fruta, es conveniente conocer y distinguir de manera precisa el significado de los siguientes términos, de uso común en postcosecha:

- **Madurez fisiológica:** se refiere a la etapa del desarrollo de la fruta u hortaliza en que se ha logrado su máximo crecimiento y desarrollo de todas sus partes, especialmente de las semillas ya que están formadas, maduras y aptas para su reproducción; las frutas presentan un estado de desarrollo en la cual ésta puede seguir transformándose normalmente hasta completar su estado de madurez de consumo, indica el inicio de cosecha.
- Esto es una característica de las frutas climatéricas como la papaya, las cuales se cosechan de verde a maduras, debido a que posteriormente maduran en postcosecha para su consumo; en cambio las frutas no climatéricas, como los cítricos, la madurez comercial se alcanza en la planta.
- **Madurez hortícola:** para Arias, C. y Toledo, J. (2000), es el estado de desarrollo en que la fruta u hortaliza se encuentra apta para su consumo u otro fin comercial; puede coincidir o no con la madurez fisiológica, en la mayoría de frutas se logra después de que han alcanzado el máximo desarrollo, pero en aquellos como pepinos, zuchinis, arvejas, entre otros, la madurez comercial se alcanza mucho antes que madurez fisiológica.
- **Madurez de consumo u organoléptica:** Estado de desarrollo en que la fruta reúne las características deseables para su consumo (color, sabor, aroma, textura, composición interna).

Para Arango, L. et al. (2000), la "madurez de consumo" en los frutos climatéricos sólo se logra cuando el fruto ha sido retirado de la planta; cuando la cáscara está amarilla en el momento de la recolección, el contenido de sólidos solubles totales que se desarrolla en estos frutos es menor que en los se llevan a maduración después de la recolección.

Cambios composicionales, según Arias, C. y Toledo, J (2000), durante su desarrollo y maduración las frutas experimentan una serie de cambios internos de sus componentes, que son más evidentes durante la maduración de consumo, y que guardan una estrecha relación con la calidad y otras características de postcosecha del producto.

Desarrollo del color, con la maduración por lo general disminuye el color verde de las frutas debido a una disminución de su contenido de clorofila y a un incremento en la síntesis de pigmentos de color amarillo, naranja y rojo (carotenoides y antocianinas) que le dan un aspecto más atractivo a ésta.

Desarrollo del sabor y aroma, el sabor cambia con la hidrólisis de los almidones que se transforman en azúcares, por la desaparición de los taninos y otros productos causantes del sabor astringente y por la disminución de la acidez debido a la degradación de los ácidos orgánicos. El aroma se desarrolla por la formación de una serie de compuestos volátiles, impartiendo un olor característico a las diferentes frutas.

Cambios en firmeza, por lo general, la textura de las frutas cambia con la hidrólisis de los almidones y de las pectinas, por la reducción de su contenido de fibra y por los procesos degradativos de las paredes celulares. Las frutas se tornan blandas y más susceptibles de ser dañadas durante el manejo postcosecha.

Arango, L. et al. (2000), aclaran que la papaya es un fruto tropical climatérico, que sirve de modelo para estudiar los mecanismos mediante los cuales los frutos alcanzan el máximo desarrollo de sabor, aroma y textura propia de cada especie.

El estado óptimo de recolección se denomina madurez fisiológica, cuando el fruto alcanza su máximo desarrollo físico, comienzan a aparecer líneas amarillas desde el ápice hacia el pedúnculo sobre la cáscara verde.

## **b. Índice de madurez**

Según Guzmán, G. (1998), la fruta se cosecha cuando manifiesta un cambio de coloración de verde oscuro a verde claro, con una tonalidad amarilla, estado de maduración conocido técnicamente como una "faja", y de manera popular como una "pinta" (el fruto está pintando), es el método más utilizado por los productores que equivale al 6 % de coloración amarilla, y se determina por observación de una "faja" longitudinal, que inicia y se concentra en el ápice de la fruta.

En este primer estado la fruta es más resistente al manipuleo postcosecha y menos susceptible a daños mecánicos o aquellos causados por pájaros, hongos e insectos; sin embargo, algunos prefieren cosechar cuando presenta dos o tres pintas puesto que la maduración es más evidente, las preferencias también dependen mucho de las distancias, condiciones del mercado, volúmenes y precios.

Arango, L. et al. (2000), mencionan que los frutos verdes claro o verde amarillo sin líneas, presentan diferentes patrones de maduración y generalmente no llegan a los contenidos de azúcares que determinan su sabor característico, generalmente se debe a problemas agronómicos, ya sean nutricionales, fisiológicos, estrés de condiciones ambientales o problemas fitosanitarios.

Para exportación generalmente se cosecha cuando el 25% del fruto presenta una coloración amarilla para mercados locales entre el 50 al 75% de coloración amarilla, dependiendo de la variedad, como se observa en el (gráfico 7).

Según Augstburger, F. et al. (2000), la fruta destinada a la exportación se recomienda cosecharla cuando empieza a cambiar de color verde a amarillo en la parte de la inflorescencia; en tal caso el puré de papaya presentará un valor de °Brix de 10 a 11,5 %.

Para Franco, A. (2015), las frutas cosechadas inmaduras posteriormente no maduran con normalidad, la fruta no desarrolla aroma ni dulzura normales, se deshidrata fácilmente y presenta mal aspecto; haciendo que pierda su valor comercial, en cambio las frutas cosechadas con mayor madurez (1/4, 1/2 y 3/4 de

amarillo) poseen una vida de postcosecha menor pudiendo ser comercializadas solamente en el mercado interno.

Otros índices de madurez complementarios al color son la textura y el contenido de sólidos solubles (11,5% mínimo). Además, recomienda determinar estos índices para las variedades cultivadas en la localidad ya que sus valores pueden variar por las condiciones ambientales y del cultivo.

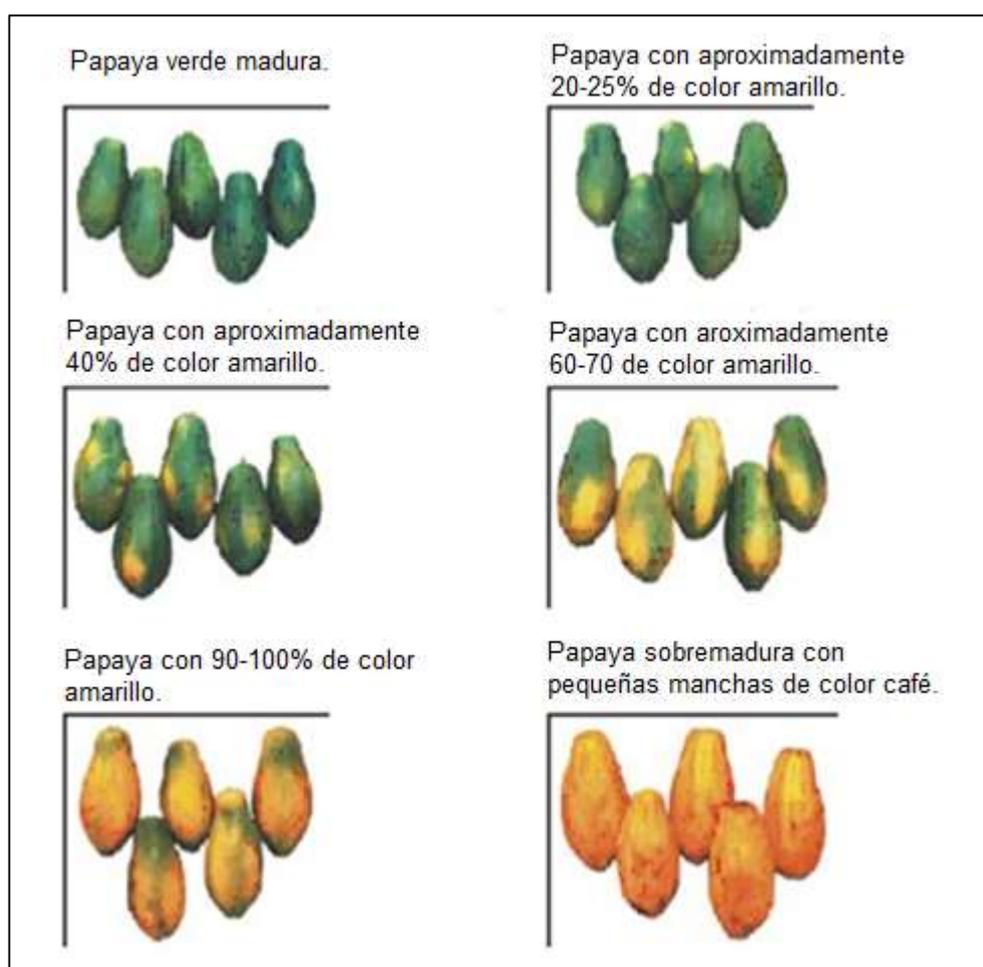


Gráfico 7. Frutos de papaya con diferentes grados de madurez.

Fuente: Arias, C. y Toledo, J. (2000).

### c. Recolección

El personal asignado para llevar a cabo la cosecha debe entrenarse y concientizarse de la importancia de realizar una recolección cuidadosa y en el estado de maduración adecuado. (Arango, L. et al., 2000).

Según Guzmán, G. (1998), el personal encargado de la cosecha y recolección de los frutos debe usar protección, se recomienda utilizar guantes de hule y overoles para evitar el contacto directo con el látex, ya que ocasiona irritación en la piel.

La fruta debe recolectarse en las horas más frescas de la mañana para protegerlas de los rayos solares directos, con ayuda de un cuchillo, cortar al ras de la planta, inmediatamente después cortar el pedúnculo a ras de la fruta para que con el roce no ocasione daños a otras frutas.

Una vez cosechados los frutos se empacan en cajones grandes o en las canastillas, "sentadas" sobre su base, es decir, con el péndulo hacia abajo; sin presionarlas para acomodarlas; no se debe maltratar o tirarlas, ni transportar en sacos o mallas inadecuados; la papaya es un fruto muy delicado que se debe cuidar desde la cosecha y empaque; hasta el transporte y distribución para disminuir en parte las pérdidas postcosecha.

Arango, L. et al. (2000), sugieren que los frutos se retiran de la planta por torsión y se colocan en canastillas con protección de espuma o papel, en un lugar fresco, cerrado y a la sombra realizar la limpieza, desinfección y reducción de la temperatura interna, posteriormente determinar el tratamiento postcosecha más adecuado de acuerdo al destino y a las condiciones exigidas por el comprador, permitiendo que los frutos durante el periodo de almacenamiento conserven su calidad.

### **3. Postcosecha**

La "postcosecha" es el período transcurrido desde que el fruto es retirado de la planta hasta que es consumido, las frutas recolectadas de óptima calidad deben mantener esa calidad hasta su destino final, durante el período de postcosecha se debe tener un minucioso cuidado ya que los procesos de acondicionamiento pueden estropear sus características físicas, químicas y sensoriales en el gráfico 8, se indica las actividades que se deben llevar postcosecha.

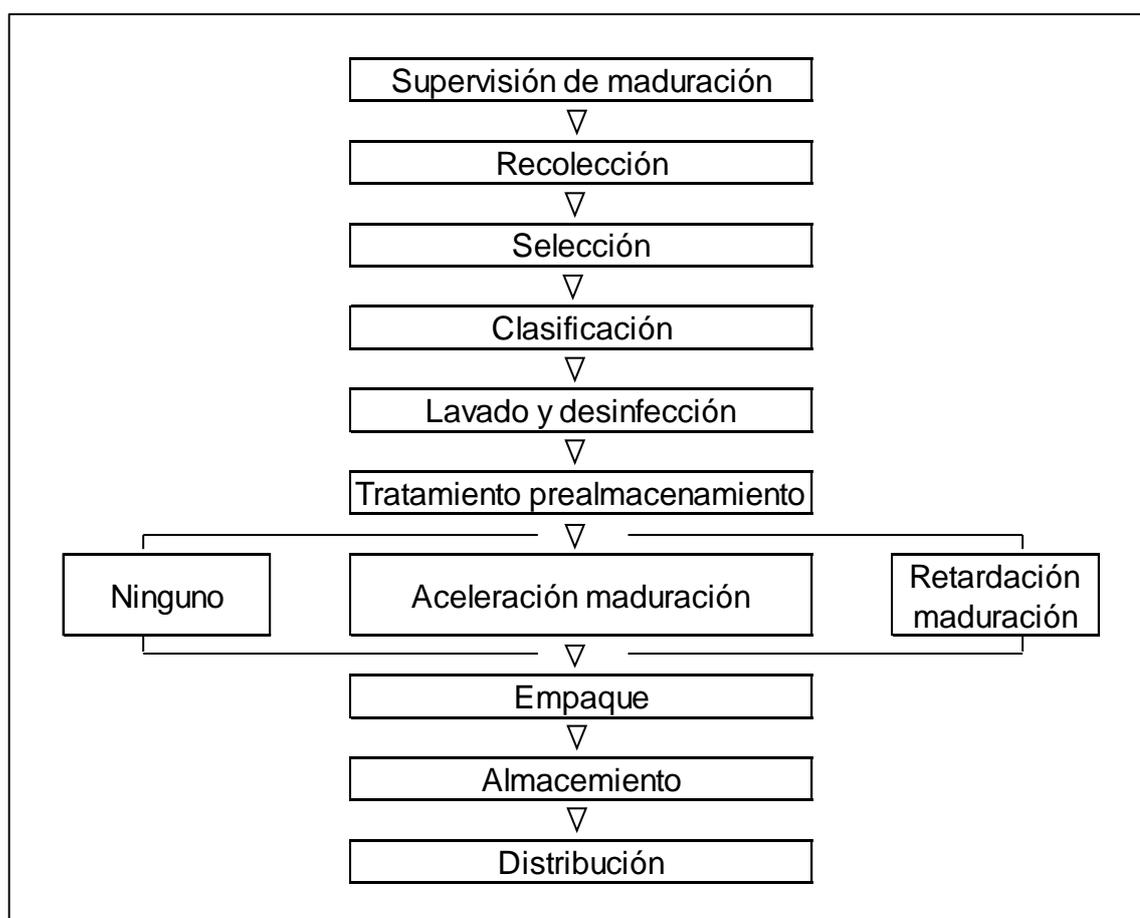


Gráfico 8. Diagrama para el manejo postcosecha.

Fuente: Arango, L. et al. (2000).

### a. Selección

Se refiere a la separación de los frutos completamente sanos, sin daños por microorganismos, insectos, roedores o maltrato físico óptimos para la comercialización.

Según INEN (2013), los requisitos mínimos para cada categoría y las tolerancias permitidas, las papayas deberán:

- Estar enteras; tener una consistencia firme, ser frescas.
- Estar sanas; deberán excluirse los productos afectados por pudrición o deterioro que impidan su consumo.

- Estar prácticamente exentas de materias extrañas visibles y de daños causados por parásitos.
- Estar exentas de magulladuras pronunciadas; de daños causados por las bajas temperaturas; de olores o sabores extraños.
- Estar exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica.
- Cuando tengan pedúnculo, su longitud no deberá ser superior a un centímetro, y el corte deberá ser neto.
- Estar suficientemente desarrolladas y presentar un grado de madurez satisfactorio según la naturaleza del producto.

El desarrollo y condición de las papayas deberán ser tales que les permitan soportar el transporte y la manipulación, y llegar en estado satisfactorio a su destino.

## **b. Clasificación**

Corresponde al agrupamiento de frutos por tamaño o por estado de maduración, teniendo presente que la papaya es una fruta perecedera, su manejo debe ser cuidadoso para evitar lesiones. (Arango, L. et al., 2000).

### (1) Clasificación en categorías

INEN (2013), clasifica a las papayas en tres categorías que se definen a continuación:

- Categoría Extra: las papayas de esta categoría deberán ser de calidad superior y características de la variedad y/o tipo comercial. No deberán tener defectos, con excepción de irregularidades superficiales muy leves en la piel, siempre y

cuando no afecten al aspecto general del producto, a su calidad y estado de conservación y a su presentación en el envase.

- Categoría I: las papayas de esta categoría deberán ser de buena calidad y características de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse para las papayas de esta categoría los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, a su calidad y estado de conservación y a su presentación en el envase: defectos leves de forma y color; defectos leves en la piel (como rasguños, cicatrices, magulladuras, manchas causadas por el sol y quemaduras de látex). La superficie total afectada no deberá exceder del tres por ciento. En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa de la fruta.
- Categoría II: esta categoría comprende las papayas que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados anteriormente. Podrán permitirse los siguientes defectos, siempre y cuando las papayas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad y estado de conservación y a su presentación: defectos de forma y color, siempre y cuando el producto tenga las características propias de la papaya; defectos de la piel (es decir, rasguños, cicatrices, raspaduras, magulladuras, manchas producidas por el sol y quemaduras de látex). La superficie total afectada no deberá exceder del diez por ciento. En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa de la fruta.

## (2) Clasificación por calibres

El calibre se determina por el peso de la fruta, que deberá ser como mínimo de 200 gramos de acuerdo con el (cuadro 5).

Cuadro 5. CLASIFICACIÓN DE LA PAPAYA POR CALIBRES.

Letra de referencia	Peso en gramos
A	200 - 700
B	700 - 1300
C	1300 - 1700
D	1700 - 2300
E	>2300

Fuente: INEN (2013).

### (3) Disposiciones relativas a las tolerancias

En cada envase (o en cada lote) se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

- Tolerancias de calidad

Categoría “Extra”: El 5%, en número o en peso, de las papayas que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero satisfagan los de la Categoría I o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

Categoría I: El 10%, en número o en peso, de las papayas que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero satisfagan los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

Categoría II: El 10%, en número o en peso, de las papayas que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre o cualquier otro tipo de deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.

- Tolerancias de calibre

Para todas las categorías y formas de presentación, el 10%, en número o en peso, de las papayas que correspondan al calibre inmediatamente superior y/o inferior al

indicado en el envase, con un peso mínimo de 190 g para las papayas envasadas en la categoría del calibre más pequeño.

### **c. Lavado**

Es conveniente lavar las frutas antes de empacarlas, con agua a temperatura ambiente por inmersión en agua potable, para eliminar impurezas del campo y bajar la temperatura; está comprobado que esta labor minimiza los daños en postcosecha. (Arango, L. et al., 2000).

Franco, A. (2015), menciona que el lavado con agua fría remueve parte del calor que viene de campo. Para esto se sumerge en agua fría con detergente e hipoclorito de sodio al 0,1% por tres minutos. Posteriormente, se retira de los tanques de lavado y se pasa a un tanque de agua limpia en el cual se deja la papaya por dos minutos para remover el detergente que haya quedado adherido.

### **d. Desinfección**

Actualmente se utiliza como agente desinfectante una solución de tiabendazol *Mertect* al 0,1% para evitar el ataque por microorganismos; como un tratamiento complementario se puede sumergir a las frutas en una solución de cloruro de calcio al 0,1% para prevenir la degradación de la firmeza de la fruta.

Según Arango, L. et al. (2000), la desinfección de las frutas se recomienda cuando se detectan problemas sanitarios en los cultivos principalmente en la fase final de la producción y depende del destino que ellos tengan.

Para el control de insectos se usan principalmente tratamientos térmicos, por lo cual hay que tener mucho cuidado con la temperatura y el tiempo empleados, las combinaciones excesivas de tiempo/temperatura ocasionan daños por calor; los mismos que pueden ser minimizados haciendo un enfriamiento rápido posterior al tratamiento térmico de las frutas.

- Tratamiento con agua caliente: uso escalonado de temperaturas 30 min a 42°C, seguido de 3 minutos a 49°C, seguido de inmersión en agua fría por 20 minutos.
- Tratamiento con vapor de agua: la temperatura de las frutas es incrementada con vapor de agua a 44,4 °C hasta que el centro de la fruta alcanza la temperatura, este tratamiento se sostiene por 8,5 horas.
- Tratamiento con aire caliente bajo presión: inicialmente el tratamiento consiste en mantener los frutos por 2 horas a 43°C, seguido de 2 horas a 45°C, posteriormente 2 horas a 46,5°C y 2 horas a 49°C.
- Tratamiento de alta temperatura-corto tiempo: requiere equipos generadores de calor muy eficientes, se recomienda utilizar vapor a 121°C por 30seg, seguido de un descenso rápido de la temperatura hasta los 12°C.

#### **e. Tratamientos pre almacenamiento**

Cuando los frutos llegan a madurez fisiológica son retirados del árbol, para permitir el desarrollo normal de los procesos de maduración, los cuales implican cambios bioquímicos que ocurren a nivel celular y que son los responsables del desarrollo de los compuestos que determinan el sabor.

La papaya es un fruto climatérico y requiere de la hormona etileno que inicia una cadena de reacciones que finalmente llevan el fruto a la madurez de consumo; una vez que se ha decidido el destino final de los productos de la cosecha, el tiempo de vida útil de estos se puede manipular, mediante el uso de aceleradores o retrazadores de la maduración de acuerdo con las necesidades del mercado.

#### **f. Empaque**

Arias, C. y Toledo, J. (2000), señalan que para el mercado de exportación se utilizan cajas de cartón troqueladas de una sola pieza de 4,5kg de peso neto, que contienen de 6 a 12 unidades por caja, la fruta se acomoda en una sola capa con el extremo peduncular hacia abajo, ya que esta zona es la última en madurar y es la más

resistente al peso. Cada fruta es protegida con una manga de malla de espuma. También, se incluye una almohadilla de espuma en el fondo de la caja. Entre 10 y 15% del área de la caja debe considerarse para orificios de ventilación. La carga se transporta en contenedores refrigerados.

### **g. Almacenamiento**

Arango, L. et al. (2000), determinan que la papaya debe almacenarse refrigerada para alargar su vida de comercialización, transporte y consumo; las frutas almacenadas al medio ambiente, maduran y se deterioran rápidamente.

La papaya es susceptible al daño por enfriamiento por lo que no debe almacenarse a menos de 7°C por períodos breves, además antes de ingresar al almacén refrigerado debe enfriarse para eliminar el calor que trae del campo. La fruta puede conservarse de 1 a 3 semanas, a una temperatura de 7 a 13°C y de 85 a 90% de humedad relativa dependiendo del grado de maduración. La fruta 100% madura es más resistente al frío que la parcialmente madura. La temperatura para maduración organoléptica es de 21 a 27°C, como se muestra en el (cuadro 6).

Cuadro 6. COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE LA PAPAYA.

Temperatura	Índice de respiración (ml CO <sub>2</sub> /Kg.hr <sup>1</sup> )	Índice de producción de Etileno (ml C <sub>2</sub> h <sub>4</sub> /Kg.hr <sup>1</sup> )
7	3 – 5	0,1 – 2
10	4 – 6	0,2 – 4
13	7 – 9	0,3 – 6
15	10 – 12	0,5 – 8
20	15 – 35	1,0 – 15

<sup>1</sup>Límite baja para madurez fisiológica, límite alto para madurez de consumo.

Fuente: Arango, L. et al. (2000).

Existen estudios sobre almacenamiento de papaya en condiciones controladas, el almacenamiento debe hacerse entre 90 y 95% de humedad relativa y de acuerdo a su maduración la siguiente temperatura:

- 13°C para papaya en madurez fisiológica 25% amarilla.
- 10°C para papaya parcialmente madura entre 25 y 50% amarilla.
- 7°C para papaya madura más del 50% amarilla.

#### **D. RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES**

En la actualidad para superar los problemas de postcosecha, la aplicación de recubrimientos comestibles es una técnica que está ganando popularidad como una alternativa a otros tratamientos tales como agua caliente, atmósfera modificada/controlada, embalaje e irradiación gamma. (Brasil, I. et al., 2012).

##### **1. Definición**

Los términos recubrimientos y películas comestibles se utilizan indistintamente para referirse a la aplicación de matrices transparentes y comestibles sobre las superficies de los alimentos, como empaque para preservar su calidad. Sin embargo, ambos se distinguen por el modo en que son obtenidos y aplicados sobre el producto.

Un recubrimiento comestible (RC) es una matriz fina y continua que se dispone sobre la superficie del alimento mediante la inmersión o aplicación de un spray de la solución filmogénica formulada. Por otra parte, las películas comestibles (PC) son matrices preformadas, obtenidas por moldeo, cuyo espesor es siempre mayor al de los recubrimientos comestibles.

Ambos funcionan como barrera frente a las distintas sustancias que interactúan con el alimento ( $O_2$ ,  $CO_2$ , vapor de agua, lípidos, sales, minerales, etc.) durante su almacenamiento y comercialización.

Es por esto que la característica más importante e innovadora de los RC y PC es su capacidad de servir al mismo tiempo de empaque y de tratamiento para la conservación del alimento. (Parzanese, M., 2006).

Hamzah, H. et al. (2013), manifiestan que los recubrimientos comestibles son capas delgadas de materiales aplicados a la superficie de un producto alimenticio para extender su vida útil mediante el intercambio controlado de los gases (oxígeno, carbono dióxido y etileno) que están involucrados en la respiración y también proporcionan protección contra la pérdida de humedad.

Pueden ser producidos a partir biopolímeros que incluyen proteínas, polisacáridos o lípidos, con un ingrediente funcional o compuestos bioactivos (sabores, antioxidantes, antimicrobianos).

## **2. Ventajas**

Según Parzanese, M. (2006), el uso de estos recubrimientos o películas comestibles tiene ciertas ventajas tales como:

- Pueden ser ingeridos por los consumidores, disminuyen los desechos de envasado. Un alimento al cual se aplica un recubrimiento comestible requiere de embalajes más simples.
- Regulan el intercambio de gases como O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y de vapor de agua., mejoran las propiedades mecánicas y preservan la textura y prolongan la vida útil de alimentos mínimamente procesados a través del control sobre el desarrollo de microorganismos y de los cambios fisicoquímicos y fisiológicos.
- Pueden mejorar las características nutricionales y organolépticas, regular distintas condiciones de interfase o superficiales del alimento, a través del agregado de aditivos como antioxidantes, agentes antimicrobianos, nutrientes.

Debido a que son considerados aditivos alimenticios y es necesario que posean determinadas propiedades de barrera para la preservación de los productos, los RC y PC deben presentar las siguientes características:

- Poseer propiedades nutricionales y organolépticas que sean compatibles con el alimento a recubrir.

- Presentar propiedades mecánicas adecuadas para evitar pérdidas por roturas o quiebre del material.
- Ser estables frente a las distintas condiciones de almacenamiento, poder adherirse fácilmente a la superficie de los alimentos a tratar.
- Responder a la reglamentación vigente (aditivos alimentarios), requerir de tecnologías sencillas y de bajo costo para su fabricación y posterior aplicación.

### **3. Componentes**

Es importante destacar que las características funcionales de los recubrimientos y películas comestibles son consecuencia directa de la materia prima utilizada para su fabricación, la cual debe ser obtenida de fuentes naturales para asegurar su biodegradabilidad. Estos componentes que forman parte de la formulación de los films se clasifican en tres categorías:

#### **a. Hidrocoloides**

Son polímeros hidrofílicos (contienen grupos oxhidrilos -OH) de origen vegetal, animal o microbiano. Producen un elevado aumento de la viscosidad y en algunos casos tienen efectos gelificantes ya que se disuelven y dispersan fácilmente en agua. En la industria de alimentos se los utiliza como aditivos con el fin de espesar, gelificar o estabilizar.

Durante los últimos años se expandió el desarrollo de películas biodegradables utilizando hidrocoloides como materia prima, porque presentan excelentes propiedades mecánicas, así como de barrera frente al O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y lípidos.

La desventaja es que por ser hidrofílicos permiten el transporte de humedad. Debido a que se denominan hidrocoloides a aquellas sustancias solubles o dispersables en agua, este término se aplica generalmente a sustancias compuestas por polisacáridos, aunque también algunas proteínas reciben esta clasificación.

Entre los más utilizados para la formulación de films y recubrimientos se encuentran:

(1) Polisacáridos

- Almidones: su uso en la fabricación de films y recubrimientos es muy conveniente ya que son polímeros biodegradables, comestibles y sus fuentes son abundantes (maíz, trigo, papa, arroz, yuca, etc.), renovables y de bajo costo. Su funcionalidad es principalmente servir como barrera al O<sub>2</sub> y a los lípidos, como también mejorar la textura.
- Alginatos: se obtienen de diferentes especies de algas, principalmente de *Macrocystis pyrifera*. Presenta la propiedad de formar geles cuando se le adicionan iones calcio (Ca<sup>2+</sup>) los cuales se utilizan en la formulación de PC y RC. Sus aplicaciones son variadas ya que poseen buenas propiedades de barrera frente al O<sub>2</sub> y lípidos, una de las más destacadas es en productos cárnicos frescos o congelados para evitar su deshidratación superficial. Además, se lo utiliza en recubrimientos de partículas de café liofilizadas.
- Pectinas: corresponden a un grupo complejo de polisacáridos estructurales que están presentes en la mayoría de las plantas, principalmente en los cítricos. Para formar películas con este compuesto es necesario agregar una sal de calcio (cloruro de calcio) y plastificante. Debido a que son altamente permeables al agua su uso se limita a mejorar el aspecto de algunos productos como frutas secas.
- Quitina y quitosano: la quitina es el polisacárido más abundante en la naturaleza después de la celulosa. Las principales fuentes de este biopolímero son el exoesqueleto de muchos crustáceos, las alas de algunos insectos, paredes celulares de hongos, algas, y otros. En cuanto a su producción industrial se basa mayormente en el tratamiento de los caparzones de crustáceos como camarones, langostas y cangrejos los cuales son obtenidos fácilmente como desechos de las plantas procesadoras de estas especies.

La quitina constituye la fuente industrial de quitosano más importante ya que mediante un proceso de desacetilación química o enzimática se convierte en quitosano, pudiendo obtenerse a gran escala.

- Carragenanos: se extraen de algas rojas como las especies *Chondrus* y *Gigarina*. Al igual que los alginatos requieren de la adición de sales de calcio para la formación de geles. Como resultado se obtienen películas transparentes, incoloras y de sabor ligeramente salado. Estas se aplican principalmente para retardar la pérdida de humedad de algunos frutos.
- Derivados de la celulosa: los derivados de la celulosa son considerados buenos agentes formadores de películas debido a su estructura lineal. Generalmente las películas son sólidas y resistentes a los aceites y a la mayoría de los solventes orgánicos no polares. Se emplean para controlar la difusión de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, a fin de retrasar el proceso de maduración en frutas y vegetales.
- Mucílagos: May, M. (2009), cita que los mucílagos son polisacáridos heterogéneos, formados por diferentes azúcares y en general ácidos urónicos, son constituyentes normales de las plantas. Se caracterizan por formar disoluciones coloidales viscosas (geles en agua).

El gel mucilaginoso de *aloe vera*, está formado por agua en una proporción de 99,5% y el otro 0,5% corresponde a materia sólida (vitaminas hidrosolubles y liposolubles, minerales, enzimas, polisacáridos, compuestos fenólicos y ácidos orgánicos); gracias a la actividad biológica de sus componentes, ha tenido diversas aplicaciones como ingrediente de alimentos funcionales, helados, bebidas a base de frutas, yogures, también en cosmetología y medicina, como antiviral, desinfectante, vermífugo y fungicida, entre otros. (Restrepo, J. y Aristizabal, I., 2010).

## (2) Proteínas

- Caseína: los caseinatos son buenos formadores de películas emulsionadas por su naturaleza anfifílica, su estructura desordenada y su capacidad para formar

puentes de hidrógeno. Las películas de caseinato presentan características favorables para uso en alimentos como transparencia y flexibilidad. Se desarrollaron cubiertas protectoras para brownies, cubos de chocolate y donuts a partir de caseinato de sodio, aceite de algodón, soja o maíz y un plastificante.

- **Proteínas del suero lácteo:** Las películas basadas en proteínas del suero son excelentes barreras al O<sub>2</sub>, aunque resultan ser muy frágiles. Como solución a este inconveniente se detectó que sus propiedades mecánicas mejoran considerablemente mediante la adición de un agente plastificante, como el glicerol.

Para la fabricación de las películas y los recubrimientos se parte de un concentrado de proteínas al que se aplica calor para su desnaturalización. Tras su refrigeración se elimina el gas atrapado y se forma el material de envase.

- **Colágeno:** es el mayor constituyente de la piel, tendones y tejidos conectivos, y se encuentra extensamente distribuido en las proteínas fibrosas de los animales. Las películas comestibles obtenidas a partir de este se aplican desde hace tiempo en productos y derivados cárnicos, principalmente como recubrimiento de salchichas y otros embutidos.

Los beneficios que presenta este tipo de recubrimiento son evitar la pérdida de humedad y dar un aspecto uniforme al producto mejorando sus propiedades estructurales. (Parzanese, M., 2006).

La gelatina es el resultado del colágeno parcialmente hidrolizado, se usa para separar componente en sistemas alimentarios, es un agente encapsulante de pastilla e ingredientes.

- **Zeína:** fracción proteica del gluten de maíz, soluble en alcohol. Se caracteriza por ser un material relativamente hidrofóbico y termoplástico por lo cual forman películas fuertes poco flexibles, con brillo, resistentes al ataque microbiano, insolubles en agua, de baja permeabilidad; con propiedades antioxidantes y capacidad de adhesión. (Maté, J., 2008).

## **b. Lípidos**

Contrariamente a los hidrocoloides, los lípidos se caracterizan por ser hidrofóbicos y no poliméricos, presentando excelentes propiedades de barrera frente a la humedad. Dentro del grupo de lípidos aplicados a recubrimientos y films comestibles se pueden mencionar las ceras, resinas, ácidos grasos, monoglicéridos y diglicéridos.

La característica negativa de estas sustancias es su escasa capacidad para formar films, es decir no poseen suficiente integridad estructural ni durabilidad. No obstante, se los utiliza principalmente como protección de frutas, aplicándose una capa lipídica externa como suplemento a la cera natural que poseen los frutos, la cual es generalmente removida durante el lavado.

Se emplean también como barrera entre los distintos compuestos de un alimento heterogéneo, como soporte de aditivos liposolubles y para dar brillo a productos de confitería.

## **c. Compuestos**

Como su nombre lo indica, los films compuestos son formulados mediante la combinación de hidrocoloides y lípidos permitiendo aprovechar las ventajas funcionales que presenta cada uno, reduciendo las características desfavorables.

Según la ubicación en el espacio de los lípidos respecto a los hidrocoloides, los recubrimientos y películas compuestas pueden ser de dos tipos:

- **Laminados:** se configuran mediante la superposición de una capa lipídica sobre una de hidrocoloides, formando una bicapa. De esta manera se logra una distribución homogénea de los lípidos controlando de manera satisfactoria la transferencia de agua.
- **Emulsiones:** se trata de mezclas heterogéneas de lípidos dentro de una matriz de hidrocoloides, obtenidas por emulsión o micro emulsión. Este tipo de

películas son menos eficientes respecto a la transferencia de humedad ya que no se logra una distribución homogénea de los lípidos. (Parzanese, M., 2006).

#### **4. Aditivos**

Los aditivos son varios componentes que pueden ser agregados a las películas comestibles para mejorar sus propiedades mecánicas, de protección, sensoriales o nutricionales.

La influencia que tendrá el aditivo en las propiedades de la película dependerá en el grado de concentración, en la estructura química, en el grado de dispersión en la película y en la interacción con los polímeros.

Los aditivos pueden ser: plastificantes (ceras, aceites, ácidos grasos), conservadores químicos (ácido benzoico, ácido sórbico), surfactantes y emulsificantes (grasas, aceites).

##### **a. Plastificantes**

Un plastificante es definido como una sustancia no volátil, de alto punto de ebullición, no separadora de sustancias, que cuando se adiciona a otro material cambia las propiedades físicas y/o mecánicas de dicho material. Los plastificantes son compuestos de baja volatilidad que pueden ser añadidos para impartir flexibilidad a una película polimérica.

##### **b. Surfactantes**

Previenen la fractura de la película sobre el alimento, reducen la actividad de agua de las películas y la velocidad de pérdida de humedad en el producto, incluyen grasas, aceites, emulsificantes y polietilenglicol.

### **c. Emulsificantes**

Emulsionantes de grado alimentario, por lo general son ésteres de ácidos grasos comestibles derivados de los vegetales o animales y fuentes de los polialcoholes como el glicerol, propilenglicol, sorbitol y sacarosa. El primer requisito de un alimento emulgente es que es no tóxico, no carcinógeno y no alergénico. (Trejo, A., 2010).

## **5. Agentes antimicrobianos**

Los agentes antimicrobianos son sustancias activas o preparaciones que contienen una o más sustancias activas, que se utilizan con la intención de destruir, impedir, prevenir la acción o ejercer efecto controlador de algún microorganismo perjudicial, por medios químicos o biológicos.

### **a. Aceites esenciales**

El control de las enfermedades postcosecha se ha basado principalmente en el uso de fungicidas y antimicrobianos sintéticos, con efectos nocivos para seres humanos y ambiente; razón por la cual se ha propuesto otras alternativas como: aplicación de irradiaciones y utilización compuestos naturales como los aceites esenciales; que actúan como antimicrobianos y/o antioxidantes, reduciendo el deterioro de las frutas y hortalizas, aumentando su vida útil. (Guédez, C. et al., 2014).

Zekaria, D. (2012), señala que el mecanismo de acción antimicrobiano de los aceites esenciales aún no está definido, sin embargo, sus constituyentes lipofílicos interactúan con los lípidos de la membrana celular y mitocondrial, se introducen en la célula, alteran su estructura, haciéndolas más permeables, pudiendo lograr muerte celular.

Estudios recientes indican otros efectos como: cambios en la morfología del hongo, daños sobre estructuras reproductivas (conidias e hifas) y disminución de la producción de toxinas. (Guédez, C. et al., 2014).

## (1) Definición

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles olorosas, obtenidas a partir de distintos órganos de la planta (raíz, hojas, fruto, semillas); mediante destilación por arrastre con vapor de agua o por expresión del material vegetal, el rendimiento es muy bajo varía del 0,01% a 0,2%. (Zekaria, D., 2012).

Martinez, A. (2003), menciona que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y son ampliamente utilizadas en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes).

Los aceites esenciales se caracterizan por ser una mezcla compleja de hasta más de 100 componentes que pueden ser: compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos. La actividad antimicrobiana se debe a sus constituyentes activos como los isoprenos, principalmente monoterpenos, sesquiterpenos, alcoholes y otros hidrocarburos.

## (2) Clasificación

Los aceites esenciales se clasifican con base en diferentes criterios:

- Según su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas.
- Por su origen los aceites esenciales se clasifican como naturales, artificiales y sintéticas.
- Desde el punto de vista de la naturaleza de los componentes mayoritarios pueden clasificarse en monoterpenos (monoterpenoides), sesquiterpenos (sesquiterpenoides) y en fenilpropanos (fenilpropanoides).

## **b. Aceite esencial de naranja**

El aceite esencial de naranja se encuentra en el pericarpio de la fruta específicamente en los flavedos, su composición depende del grado de madurez de esta, es extraído principalmente por presión o destilación de la corteza de la fruta. (Bernal, C., 2012).

Guédez, C. et al. (2014), señalan que el aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) presenta un alto contenido de monoterpenos cuyo componente mayoritario es el limoneno (90 a 96%), y otros monoterpenos oxigenados como linalol (1 a 2%) y cineol (1%), que se encuentran en menor proporción.

Todos estos componentes han demostrado actividad inhibitoria de crecimiento en diferentes hongos postcosecha como: *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *P. verrucosum*, *P. chrysogenum*, *P. digitatum* y *P. italicum*.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La presente investigación se llevó a cabo en la Planta de Procesamiento de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el km 1,5 de la Panamericana Sur. A una altitud de 2740 m. s. n. m. con una latitud de 01°38' s y una longitud de 78°40' w.

La duración de esta investigación fue de 60 días. Las condiciones meteorológicas de la Planta de Procesamiento de Alimentos, se describe en el (cuadro 7).

Cuadro 7. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA.

Parámetros	Valores promedios
Temperatura, °C	12,90
Humedad relativa, %	61,00
Viento, m/s	1,70
Precipitación, mm/año	478,00
Altura m. s. n. m	2740

Fuente: Estación Agro meteorológica. Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH (2013).

#### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

El tamaño de la unidad experimental fue de 11 papayas, las mismas que fueron distribuidas en todos los tratamientos motivos de estudio, dando un total de 132 papayas.

#### **C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES**

Se utilizaron los siguientes materiales, equipos e instalaciones:

## 1. **Materiales**

- Recipientes de plástico.
- Agitadores de acero inoxidable.
- Mesas de trabajo.
- Cacerolas.
- Jarros graduados.
- Cuchillo.
- Bandejas de plásticos.
- Toallas absorbentes.
- Materiales de limpieza.
- Equipo de protección personal (cofia, guantes, bata, mascarilla y botas).

### a. **Material de oficina**

- Libreta de apuntes.
- Marcadores, esferos o lápices.
- Material de rotulación.

### b. **Material de laboratorio**

- Tubos de ensayo.
- Vasos de precipitación.
- Pipetas (distintas capacidades y aforadas).
- Probetas.
- Tapones.
- Gradilla.
- Pera de succión.
- Goteros.
- Cajas Petri.

(1) Reactivos

- Fenolftaleína.
- Hidróxido de sodio 0,1 N.
- Solución buffer pH 4.
- Agua peptonada.

(2) Medios de cultivo

- Agar PDA (Mohos y levaduras).
- Agar PCA (Aerobios Totales).

**c. Insumos**

- Almidón de yuca.
- Gelatina.
- Sábila.
- Aceite esencial de naranja.
- Glicerina.
- Carboximetil celulosa.
- Agua destilada.

**2. Equipos**

- Balanza analítica.
- Computadora.
- Cámara fotográfica.
- Refrigerador.
- Ozonificador.

**a. Equipo de laboratorio**

- Baño maría.

- Autoclave.
- Estufa.
- Potenciómetro.
- Penetrómetro.
- Refractómetro.
- Titulador de acidez.
- Contador de colonias.
- Agitador vortex.
- Agitador magnético.

### 3. Instalaciones

- Planta de Procesamiento de Alimentos.
- Laboratorio de Microbiología y Parasitología Industria de los Alimentos.

## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se estudió el efecto de la utilización de tres tipos de recubrimientos comestibles (almidón de yuca, sábila y gelatina), en la conservación postcosecha de la papaya para ser comparado con un tratamiento testigo, por lo que se contó con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se definieron de la siguiente manera:

- RC0 = Sin recubrimiento.
- RC1 = Gelatina + el 1% de aceite esencial de naranja.
- RC2 = Gel de sábila + el 1% de aceite esencial de naranja.
- RC3 = Almidón de yuca + el 1% de aceite esencial de naranja.

Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Valor de la variable en determinación.

$\mu$  = Media general.

$T_i$  = Efecto de los tratamientos (tipos de recubrimientos).

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

El esquema del experimento que se utilizó para el desarrollo la presente investigación, se reporta en el (cuadro 8).

Cuadro 8. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	Repeticiones	T.u.e.*	Rep./trat.
Control	RC0	3	11	33
Gelatina + 1% de aceite esencial de naranja.	RC1	3	11	33
Gel Sábila + 1% de aceite esencial de naranja.	RC2	3	11	33
Almidón de yuca + 1% de aceite esencial de naranja.	RC3	3	11	33
Total				132

\*T.U.E.: tamaño de la unidad experimental es 11 papayas con un diámetro promedio de 15-25 cm.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables consideradas dentro del proceso investigativo fueron las siguientes:

### 1. Valoración físico – química

- Pérdida de peso (%).
- Textura – firmeza (N).
- Contenido de sólidos solubles (°Brix).
- pH.
- Acidez titulable (%).
- Índice de madurez (IM).

## 2. Valoración microbiológica

- Mohos y levaduras (UFC/cc).
- Aerobios totales o mesófilos (UFC/cc).

## 3. Análisis económico

- Costos de producción (USD/kg).

## 4. Vida de útil

- Valoración físico – química y microbiológica a los 21 días.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a los análisis de varianza para la diferencia entre tratamientos analizados pasando un día durante el tiempo de la investigación, y la separación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey a  $P < 0,05$  de significancia.

El esquema utilizado en la presente investigación se describe en el (cuadro 9).

Cuadro 9. ESQUEMA DE LA ADEVA.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	11
Tratamientos	3
Error	8

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Acondicionamiento de la fruta

#### a. Selección

Se seleccionó las papayas de tamaño, forma, color uniforme y exentas de daños mecánicos o microbianos.

#### b. Limpieza y desinfección

El lavado se realizó con agua potable y para la desinfección se sumergió en agua ozonificada a temperatura ambiente, durante 15 min, luego las frutas fueron colocadas en una mesa de acero inoxidable para eliminar la mayor cantidad de agua y finalmente para eliminar el agua residual se secaron con toallas absorbentes. Todos los materiales usados fueron de grado alimenticio y desinfectados con alcohol.

### 2. Elaboración de los recubrimientos comestibles

En la investigación se preparó tres tipos de recubrimientos comestibles cuyas las formulaciones se indican en el (cuadro 10).

Cuadro 10. CARACTERÍSTICAS DE LOS TRATAMIENTOS.

Tratamiento	Componente, %	Glicerina, %	CMC, %	Aceite esencial de naranja, %	Agua destilada, %
Sin recubrimiento	0	0	0	0	0
Almidón de yuca	3	0,75	0,75	1	94,5
Gel de sábila	30	0,75	0,75	1	67,5
Gelatina	3	0,75	0,75	1	94,5

#### **a. Recubrimiento de gelatina**

Para elaborar este recubrimiento se calentó el agua entre 65 y 70°C, con agitación constante se adicionó los ingredientes en el siguiente orden: gelatina, glicerina, carboximetil-celulosa (CMC), se agitó hasta su gelatinización, luego se descendió la temperatura a 25°C aproximadamente y se agregó el aceite esencial de naranja.

#### **b. Recubrimiento de gel sábila**

Las hojas libres de abolladuras y cicatrices, se lavaron y desinfectaron con agua ozonificada, se pelaron para retirar mecánicamente el gel mucilaginoso, luego se licuó y filtró, hasta obtener un gel de características homogéneas.

Se mezcló el gel obtenido con el agua, y llevó a calentamiento a una temperatura entre 65 y 70°C, posteriormente con agitación constante se añadió la glicerina y CMC, hasta obtener una mezcla homogénea, finalmente se disminuyó a cerca de 25°C, e inmediatamente se adicionó el aceite esencial.

#### **c. Recubrimiento de almidón de yuca**

Para elaborar este recubrimiento, el total de agua a utilizar se dividió en dos fracciones: en la primera se dispersó el almidón de yuca para hidratar los gránulos, la segunda fracción de agua se calentó entre 65 y 70°C, mientras se mantiene en agitación constante, incorporamos el almidón hidratado, glicerol, CMC, se agitó hasta su gelatinización. Por último, se redujo la temperatura alrededor de 25°C y se añadió el aceite esencial de naranja.

### **3. Aplicación del recubrimiento**

Se dividió al azar en 4 grupos con 11 frutos cada uno, luego se aplicó cada uno los recubrimientos por aspersion, debido a que la fruta no se pudo colgar, se recubrió por partes, una vez que se escurrieron y secaron se colocaron en bandejas plásticas y se almacenaron en un lugar apropiado a temperatura ambiente.

## H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### 1. Análisis físico – químico

#### a. Pérdida de peso

La pérdida de peso se determinó con la utilización de una balanza por gravimetría mediante la diferencia entre pesos (Restrepo, J. y Aristizabal, I., 2010). Se tomó el peso inicial ( $P_i$ ) menos el peso del fruto al final ( $P_f$ ) del almacenamiento y los resultados se expresaron como porcentaje de pérdida de peso (PP, %) mediante la siguiente ecuación:

$$P, \% = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

#### b. Textura – firmeza

Con el uso de un penetrómetro de marca Qa-supplies, con un émbolo de 5mm, se obtuvo el grado de firmeza. Las mediciones se realizaron en tres puntos de la parte superior (punta), central (zona ecuatorial) y baja (péndulo) de la fruta, situamos la punta del penetrómetro sobre el fruto y apretar progresivamente hasta hacer penetrar en la pulpa del fruto.

La lectura se realizó a los 3 segundos de colocar el aparato, teniendo especial cuidado de que el eje del instrumento esté lo más perpendicular posible a la superficie de la fruta. El resultado se expresó en N, que es igual a newton. (INEN, 2015).

#### c. Acidez titulable

Se determinó por el método potenciométrico (INEN, 2013), se pesó 30 g de pulpa, se homogenizó en 90 ml de agua destilada a 20°C, la titulación potenciométrica se realizó con una solución volumétrica patrón de hidróxido de sodio (NaOH=0,1N), en presencia de fenolftaleína como indicador.

Los resultados se establecieron en porcentaje mediante la ecuación:

$$Acidez, \% = \frac{mlNaOH \times 0.1N \times ac. pred.}{peso de la muestra} \times 100$$

ml NaOH = consumo en ml de hidróxido de sodio

Ac. pred. = peso equivalente expresado en gramos del ácido predominante (el ácido cítrico es el predominante en la papaya, cuyo peso equivalente tiene un valor de 0,064).

#### **d. pH**

La medición del pH se lo efectuó mediante el método descrito en INEN (1986), utilizando el pHmetro (potenciómetro) de marca phtestr10BNC Spear, previamente calibrado con solución buffer de pH 4,0; se colocó el equipo en una muestra de pulpa y se anotó el resultado visto en la pantalla del equipo, una vez realizada la medición se enjuagó con agua destilada.

#### **e. Contenido de sólidos solubles**

El índice de refracción se llevó a cabo mediante una lectura directa en el refractómetro digital marca Atago poket a  $20 \pm 0,5$  °C, los azúcares totales o porcentaje de sólidos solubles (°Brix) se obtuvieron de muestras de la parte superior, ecuatorial y baja de la fruta, las cuales fueron licuadas y filtradas a través de un papel filtro. (INEN, 2013).

#### **f. Índice de madurez**

El índice de madurez (IM) se obtuvo mediante el método detallado en INEN (2009), de la relación entre el valor de los sólidos solubles totales (°Brix) y el valor de la acidez titulable, Se expresó como °Brix/% ácido cítrico.

$$IM = \frac{SST(^{\circ}Brix)}{Acidez titulable}$$

## 2. Análisis microbiológico

Se determinaron de acuerdo a las siguientes normas INEN:

- INEN 1 529 – 5. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. (INEN, 2006).
- INEN 1 529 – 10. Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. (INEN, 1998).

## 3. Cálculo de tiempo de vida útil

El cálculo de tiempo de vida útil se realizó en base a los resultados obtenidos de los análisis físico – químico y microbiológico, realizados pasando un día, durante 21 días, con la utilización de la ecuación de cinética de primer orden (Alvarado, J. de D., 1996):

$$\ln(C) = \kappa t + \ln C_0$$

Donde:

C = parámetro escogido como límite de tiempo de vida útil

C<sub>0</sub> = concentración inicial

t = tiempo de reacción

k = constante de velocidad de reacción

Despejando de la formula inicial tenemos:

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{\kappa}$$

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **A. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS**

#### **1. Pérdida de peso**

Según Almeida, A. y et al. (2011), un porcentaje superior al 5% de pérdida de peso es suficiente para el deterioro de las papayas; en el cuadro 11, se puede ver que el tratamiento con gelatina mantuvo este valor hasta el día nueve, mientras que los demás tratamientos presentan valores superiores a partir del día siete.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las frutas con recubrimiento de gelatina y el tratamiento control únicamente en día nueve con valores de 4,53 y 6,47% respectivamente, en los demás días estadísticamente no hay diferencias significativas, sin embargo, se observó diferencias numéricas, como se aprecia en el cuadro 11, en el día trece los tratamientos con gelatina, gel de sábila, almidón de yuca presentaron una pérdida de peso de 7,00; 7,30 y 7,92 respectivamente, mientras que el tratamiento testigo tuvo un valor de 10,25%, siendo menor en las papayas con recubrimiento y mayor en la frutas sin recubrimiento, indicando que los recubrimientos empleados incidieron sobre la pérdida de peso, puesto que estos forman una fina capa sobre el alimento y actúan como una barrera semipermeable a gases como oxígeno, dióxido de carbono y al vapor de agua, reduciendo la velocidad de respiración, transpiración y la deshidratación de los productos recubiertos y de esta manera se retrasa el deterioro de la fruta. (Gómez, E., 2011).

Se identificó que en el día veintiuno de almacenamiento, las papayas con recubrimiento de gelatina presentaron la menor pérdida de peso con un valor de 12,00%; en comparación con los recubrimientos de gel de sábila, almidón de yuca, y sin recubrimiento, que tuvieron un valor 12,65; 14,29 y 20.46% respectivamente.

La utilización de recubrimientos comestibles redujo en un 38,68% la deshidratación de la fruta, entre los tratamientos utilizados el que presenta mejores características en este parámetro es el de gelatina, puesto que es una proteína, y los

recubrimientos a base de ésta, desarrollan muy buenas propiedades de barrera al oxígeno, lo que ayuda a controlar el intercambio de gases entre el fruto y el medio ambiente, retrasando la maduración y senescencia de la fruta. (Guerrero, M. y Vázquez, J., 2013).

Cuadro 11. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN LA PÉRDIDA DE PESO (%) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.

Días	Sin recubrimiento	Gelatina	Gel de sábila	Almidón de yuca	E.E.	Prob.
1	0	0	0	0		
3	1,52 a	1,10 a	1,23 a	1,17 a	0,07	0,35
5	2,98 a	2,21 a	2,53 a	2,41 a	0,08	0,23
7	4,71 a	3,40 a	3,85 a	3,76 a	0,29	0,06
9	6,47 a	4,53 b	5,20 ab	5,07 ab	0,34	0,02
11	8,39 a	5,92 a	6,59 a	6,48 a	0,11	0,09
13	10,25 a	7,00 a	7,30 a	7,92 a	0,19	0,23
15	12,14 a	8,25 a	8,44 a	9,57 a	0,26	0,37
17	14,45 a	8,95 a	9,29 a	11,22 a	0,08	0,30
19	17,42 a	10,07 a	10,81 a	11,80 a	0,09	0,33
21	20,46 a	12,00 a	12,65 a	14,29 a	0,10	0,40

E.E.: Error estándar.

Prob.: Probabilidad.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ).

En el gráfico 9, la tendencia observada es un incremento en la pérdida de peso durante el almacenamiento, dado que la papaya es una fruta climatérica, esta puede seguir madurando, independientemente de que ya no esté en la planta, aumenta su tasa de respiración y la producción de etileno (Gil, A., 2010), ocasionando la pérdida de peso como materia seca debido a la eliminación de dióxido de carbono; perdiendo peso fresco por la eliminación de agua, la cual se pierde principalmente en estado de vapor (y no en estado líquido), a través de rutas primarias tales como heridas, estomas y cutícula (Carmona, G., 2001); sin embargo los datos obtenidos muestran claramente la eficacia de los recubrimientos en la

disminución de deshidratación de la fruta, por lo que se considera buena alternativa para la reducción de pérdidas postcosecha.

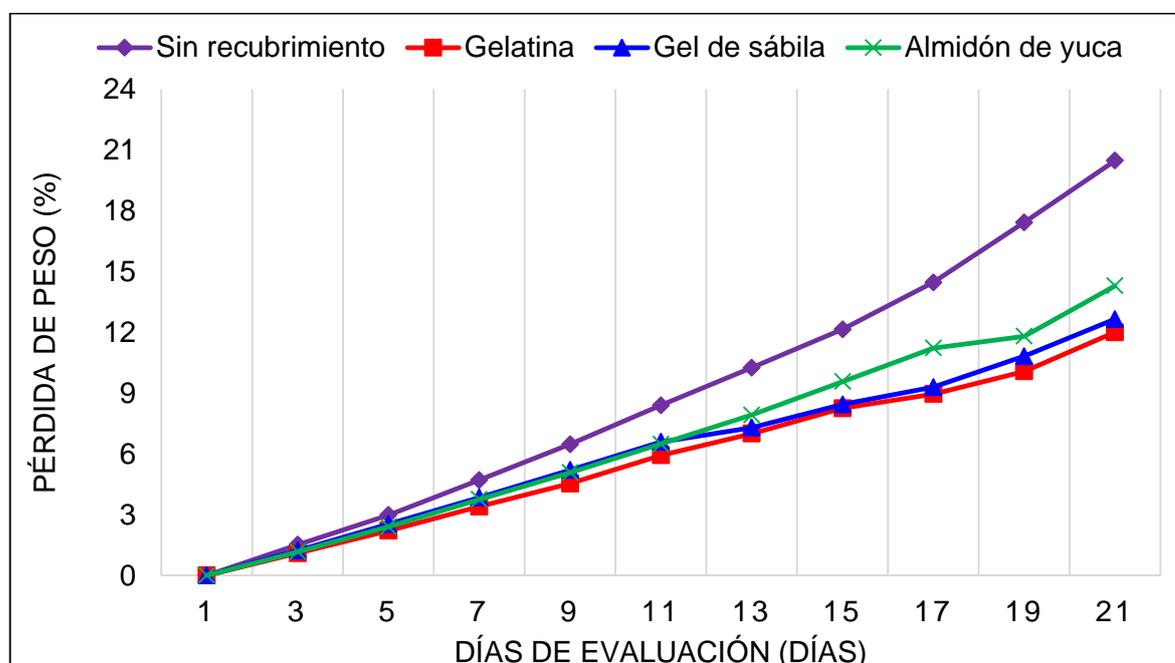


Gráfico 9. Evolución del porcentaje de la pérdida de peso por efecto de los recubrimientos en las papayas evaluadas a temperatura ambiente durante 21 días.

## 2. Textura (firmeza)

La firmeza influye sobre la percepción de calidad y se relaciona con la hidrólisis de componentes de la pared celular, pérdida de azúcares, degradación del almidón y pérdida de turgencia, ya que a medida que avanza el proceso de maduración y senescencia, se produce un debilitamiento de las paredes celulares y posteriormente el ablandamiento, debido a la liberación de etileno y la acción enzimática. (Barco, P. et al., 2011).

Según Bogantes, A. y Mora, E. (2013), una resistencia a la penetración (firmeza) de 50N es aceptable para frutas maduras que no requiere de mucha manipulación; sin embargo, cuando se requiera más vida de anaquel o transportar a destinos alejados (exportación), es necesario una resistencia cercana a los 80N; las frutas sin recubrimiento de la presente investigación mantienen este parámetro hasta el

día siete mientras que las papayas con recubrimiento lo conservan hasta el día veintiuno, como se indica en el cuadro 12, por cuanto son aptas para la exportación, puesto que una baja firmeza de pulpa origina menor resistencia al transporte, exigiendo mayores cuidados para el manejo postcosecha.

Los resultados obtenidos a partir del día nueve, presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las frutas sin recubrimiento y con recubrimiento, como se observa en el día quince los tratamientos con gel de sábila, gelatina y almidón de yuca presentaron valores de 94,44; 97,42 y 100,61N frente al tratamiento testigo que tuvo un valor de 55,64N, los primeros mostraron mayor firmeza, como se muestra en el cuadro 12, este comportamiento observado se relaciona con la protección que brindan los recubrimientos comestibles en la fruta, lo que ocasiona la modificación de la composición gaseosa interna, disminuyendo la tasa de respiración y la degradación de los compuestos de la pared celular, confiriéndole una mejor resistencia a los daños mecánicos durante el manejo. (Achipiz, S. et al., 2013).

A los veintiuno días de estudio al comparar las frutas sin recubrimiento con las que fueron recubiertas, se puede notar una reducción de pérdida de firmeza en un 30,95%, comprobando que los recubrimientos comestibles retardan el proceso de maduración, el cual está directamente relacionado con este parámetro, el tratamiento que mostró los mejores resultados fue el de gelatina, puesto que los recubrimientos a base de proteínas muestran excelentes propiedades mecánicas y estructurales, garantizando una mejor resistencia de la fruta a los daños mecánicos y, en consecuencia, una mayor durabilidad. (Quintero, F. et al., 2010).

Cuadro 12. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN LA TEXTURA (FIRMEZA, N) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.

Días	Sin recubrimiento	Gelatina	Gel de sábila	Almidón de yuca	E.E.	Prob.
1	136,63	136,63	136,63	136,63		
3	126,13 a	132,41 a	133,35 a	132,59 a	5,73	0,80
5	113,43 a	129,76 a	129,69 a	129,58 a	5,79	0,20
7	100,54 a	119,05 a	113,14 a	116,69 a	4,36	0,07
9	73,90 b	110,60 a	111,39 a	113,32 a	3,85	0,00
11	66,75 b	100,65 a	98,15 a	108,42 a	4,79	0,00
13	63,48 b	98,98 a	94,73 a	104,57 a	5,21	0,00
15	55,64 b	97,42 a	94,44 a	100,61 a	4,74	0,00
17	51,61 b	96,88 a	92,96 a	97,49 a	5,13	0,00
19	49,11 b	95,60 a	91,94 a	93,83 a	4,70	0,00
21	46,60 b	92,85 a	90,34 a	88,89 a	5,73	0,00

N: Newton

E.E.: Error estándar.

Prob.: Probabilidad.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ).

Las frutas inicialmente presentaron una firmeza de 136,63N, la misma que en el transcurso del estudio disminuyó gradualmente en todas las frutas, como se indica en el gráfico 10, este parámetro es de vital importancia tanto a nivel nacional como para la exportación debido a que la pérdida de firmeza es de los principales cambios asociados a la maduración, a medida que esta progresa, la firmeza disminuye, la acción de enzimas como las hidrolasas, inducidas por el etileno, que degradan los hidratos de carbono poliméricos, debilitan las paredes celulares y las fuerzas que mantienen unidas las células unas con otras, considerando que los recubrimientos comestibles no detienen los procesos fisiológicos solamente los retrasan. (Umaña, G., 2011).

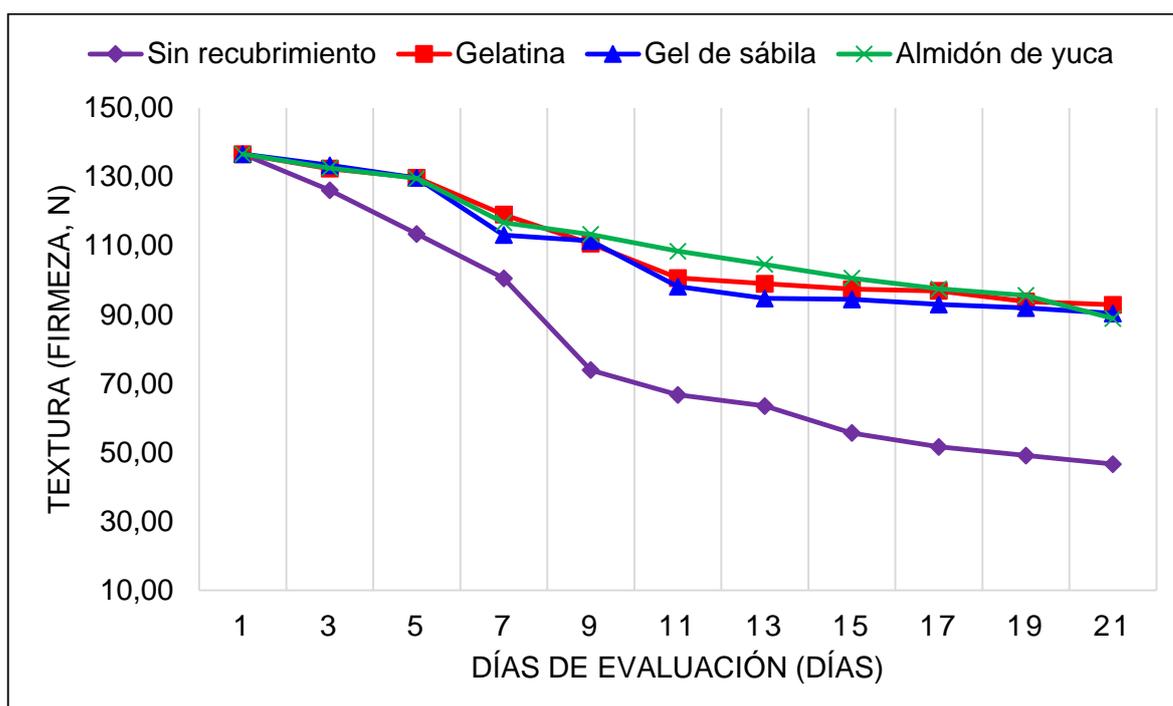


Gráfico 10. Comportamiento de la textura (firmeza, N) de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos a temperatura ambiente durante 21 días.

### 3. Contenido de sólidos solubles

Domene, M. y Segura, M. (2014), exponen que el contenido de sólidos solubles totales en el sector de alimentos se determina utilizando la escala Brix; en la producción agrícola, los técnicos la utilizan para hacer un seguimiento in situ de la evolución de la maduración de frutos y su momento óptimo de recolección.

La concentración mínima requerida por las normas INEN de sólidos solubles en la pulpa de papaya es de 8°Brix, la misma que se cumple a partir del día cinco, manteniéndose estable en todos los tratamientos. (INEN, 2008).

El análisis de varianza reveló diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el día tres entre las frutas sin recubrimiento (8,58°Brix) y las recubiertas con almidón de yuca (7,25°Brix), en el día trece entre los tratamientos con gel de sábila y control con valores de 9,28 y 7,56°Brix respectivamente, en el quince el recubrimiento de gelatina con 7,55°Brix frente al tratamiento testigo con 9,43°Brix, en los demás días no se percibió efecto estadístico significativo como se aprecia en el cuadro 13,

destacando que las papayas sin recubrir presentan la mayor concentración de sólidos solubles, puesto que ésta tiende a aumentar con el desarrollo de la maduración y senescencia, demostrando que los recubrimientos retrasan este proceso. (Almeida, A. et al., 2011). El aumento de los sólidos solubles está relacionado con el cambio de la coloración de la fruta ya que, para conseguir una coloración muy amarilla, se acelera la síntesis de estos compuestos. (Torres, R. et al., 2013).

Cuadro 13. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN EL CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.

Días	Sin recubrimiento	Gelatina	Gel de sábila	Almidón de yuca	E.E.	Prob.
1	7,39	7,39	7,39	7,39		
3	8,58 a	7,86 ab	8,58 a	7,25 b	0,31	0,04
5	8,67 a	8,33 a	8,46 a	8,01 a	0,32	0,57
7	8,97 a	7,63 a	8,71 a	8,12 a	0,68	0,54
9	9,22 a	7,90 a	7,48 a	7,91 a	0,67	0,35
11	9,08 a	8,11 a	7,69 a	7,88 a	0,50	0,27
13	9,28 a	8,41 ab	7,56 b	8,06 ab	0,30	0,02
15	9,43 a	7,55 b	8,36 ab	8,72 ab	0,36	0,04
17	8,96 a	8,90 a	8,72 a	8,87 a	0,61	0,99
19	9,08 a	8,60 a	8,34 a	9,10 a	0,50	0,66
21	9,57 a	8,48 a	8,98 a	8,50 a	0,48	0,38

E.E.: Error estándar.

Prob.: Probabilidad.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ).

A través del tiempo de estudio, se distinguió un ligero aumento en el contenido de sólidos solubles en todos los tratamientos, teniéndose las menores concentraciones en las papayas con recubrimiento como se muestra en el gráfico 11, en el día veintiuno se observó una diferencia del 9,58% entre los resultados de las papayas con recubrimiento y los resultados del tratamiento control, pudiendo estar relacionada con el retardo del proceso de maduración, dado que los

recubrimientos crean una atmósfera modificada en el interior de éstas. (Guerrero, M. y Vázquez, J., 2013).

Se observa una ligera variación entre días evaluados, debido a que las papayas evaluadas provinieron de distintas plantas y cultivos, la calidad de éstas depende en gran medida de la forma en que fue cultivada, el clima, el suelo, la variedad, la nutrición, entre otros factores. (Franco, A., 2015).

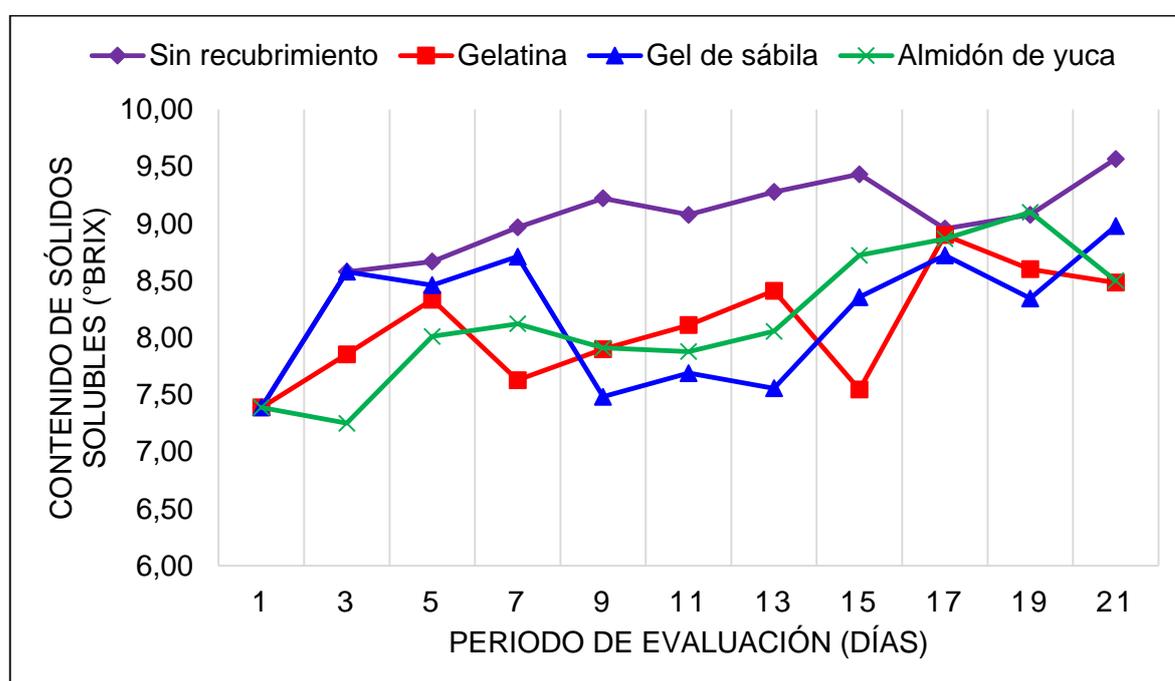


Gráfico 11. Comportamiento del contenido de sólidos solubles (°Brix) de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos a temperatura ambiente durante 21 días.

#### 4. pH

El pH es conocido también como acidez activa, es considerado como la medida potenciométrica más importante utilizada en la industria agroalimentaria y sirve para cuantificar la concentración de  $H_3O^+$ , existente en el zumo obtenido del licuado del fruto. (Domene, M. y Segura, M., 2014).

Moreno, E. (2011), manifiesta que la porción comestible de la papaya tiene un pH que va entre 4,5 y 6,0; en la presenta investigación este valor permanece hasta el

día trece con la aplicación del recubrimiento con gelatina, en las papayas recubiertas con gel de sábila y almidón de yuca se mantiene hasta el día nueve; en cambio las que no están recubiertas se conservan hasta el día siete, como se ilustra en el (cuadro 14).

En este estudio los frutos sin recubrimiento no presentaron cambios significativos en pH frente a las papayas con recubrimiento, el análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos con gel de sábila (5,81) y control (6,43) solamente en el último día de evaluación como se observa en el cuadro 14, demostrando que la aplicación de recubrimientos comestibles afecta ligeramente este parámetro fisicoquímico, el mismo está relacionado con el proceso de maduración y senescencia, puesto que la principal función de los recubrimientos comestibles es mantener la calidad de las frutas, retrasando las principales causas de alteración a través de diferentes mecanismos. (Sánchez, L. et al., 2008).

Cuadro 14. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN EL pH DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.

Días	Sin recubrimiento	Gelatina	Gel de sábila	Almidón de yuca	E.E.	Prob.
1	5,70	5,70	5,70	5,70		
3	5,88 a	5,80 a	5,82 a	5,87 a	0,05	0,71
5	5,89 a	5,78 a	5,87 a	5,87 a	0,11	0,89
7	6,00 a	5,91 a	5,90 a	5,94 a	0,07	0,74
9	6,03 a	5,99 a	5,94 a	5,96 a	0,07	0,77
11	6,14 a	6,03 a	6,06 a	6,11 a	0,08	0,74
13	6,26 a	5,83 a	6,20 a	5,99 a	0,10	0,07
15	6,13 a	6,10 a	6,03 a	6,07 a	0,13	0,95
17	6,20 a	6,06 a	5,97 a	6,06 a	0,10	0,50
19	6,27 a	6,13 a	6,04 a	6,02 a	0,11	0,41
21	6,43 a	6,18 ab	5,81 b	6,17 ab	0,12	0,04

E.E.: Error estándar.

Prob.: Probabilidad.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ).

A través del tiempo se apreció un leve incremento en el pH, hasta alcanzar en el último día de evaluación, un máximo de 6,43 en el tratamiento sin recubrimiento, con aproximadamente 5,86% más que en las frutas con recubrimiento como se distingue en el gráfico 12, pues al incrementarse el estado de madurez, los ácidos orgánicos son transformados a azúcares que serán utilizados para la respiración, produciendo un aumento de pH y una disminución de la acidez. (Torres, R. et al., 2013).

La diferencia encontrada en los distintos tratamientos se debe principalmente a que la calidad de la papaya está directamente relacionada con los factores ambientales, tipo de cuidado en el cultivo, forma de cosecha, exposición solar, entre otros, lo que ocasiona una variación en los frutos incluso dentro de una misma planta. (Franco, A., 2015).

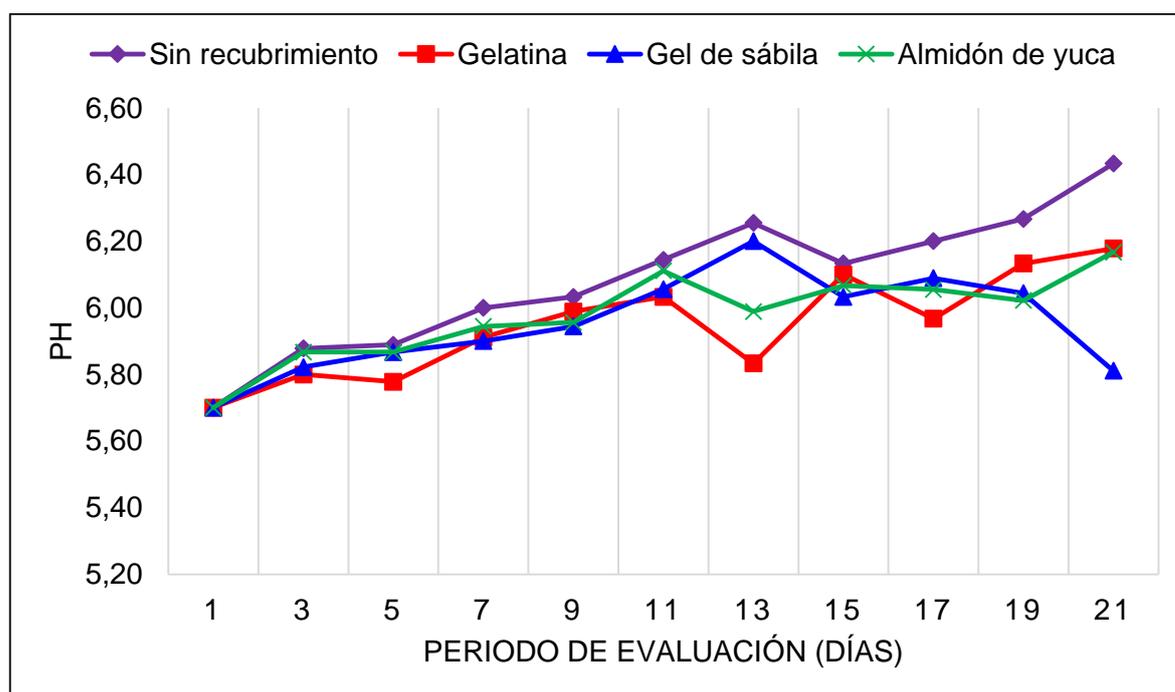


Gráfico 12. Comportamiento del pH de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos a temperatura ambiente durante 21 días.

## 5. Acidez titulable

Los ácidos influyen en el sabor (astringencia), color, estabilidad microbiana y en la calidad de conservación de los alimentos, la acidez determina la concentración de

ácidos contenidos en un alimento, hortaliza o fruto, los resultados se suelen expresar dependiendo del mayor contenido de ácido cítrico, málico y/o tartárico en las diferentes frutas y hortalizas, en la presente investigación el ácido cítrico se tomó como referencia, pues es el ácido predominante en la papaya. (Domene, M. y Segura, M. 2014).

Según Alonso, M. (2008), la acidez de la papaya es baja, los valores de ácido cítrico varía de 0,12 a 0,15%, razón por la cual esta fruta es recomendada como tratamiento dietético para personas que sufren de problemas gastrointestinales (gastritis y úlceras). Por otro lado Domene, M. y Segura, M. (2014), manifiestan que la acidez de la papaya puede alcanzar valores de 0,2%; todas las frutas evaluadas en el presente trabajo, registraron valores similares hasta el día veintiuno, como se indica en el (cuadro 15).

El análisis de varianza mostró que en los días siete, quince y veintiuno existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre el tratamiento sin recubrimiento y el tratamiento con gel de sábila, en el quince se presentaron valores de 0,12 y 0,15% respectivamente, en el resto de días únicamente se aprecian ligeras diferencias numéricas en todos los tratamientos como se aprecia en el cuadro 15, en el día veintiuno las frutas con recubrimiento de gel de sábila presentan la mayor acidez con 0,17%, seguido del tratamiento con gelatina (0,15%), almidón de yuca (0,13%) y sin recubrimiento (0,11%), al comparar los resultados del tratamiento sin recubrimiento con los resultados de los demás tratamientos se puede apreciar una diferencia de 36,36%, aclarando que los recubrimientos retardan el proceso de maduración puesto que, la concentración de ácidos disminuye a medida que los frutos adquieren su madurez de consumo. (Acosta, M. et al., 2001).

Asimismo, hay que considerar que la papaya no tiene reservas de almidón, los ácidos orgánicos son utilizados como sustratos de la respiración para la síntesis de nuevos componentes durante el proceso de maduración, causando una disminución de la acidez. (Almeida, A. et al., 2011).

Cuadro 15. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN LA ACIDEZ TITULABLE (ÁCIDO CÍTRICO, %) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.

Días	Sin recubrimiento	Gelatina	Gel de sábila	Almidón de yuca	E.E.	Prob.
1	0,14	0,14	0,14	0,14		
3	0,15 a	0,15 a	0,15 a	0,15 a	0,02	0,97
5	0,14 a	0,16 a	0,14 a	0,14 a	0,02	0,90
7	0,11 b	0,15 ab	0,16 a	0,14 ab	0,01	0,04
9	0,13 a	0,14 a	0,14 a	0,15 a	0,01	0,84
11	0,14 a	0,15 a	0,15 a	0,14 a	0,02	0,99
13	0,13 a	0,16 a	0,15 a	0,14 a	0,03	0,72
15	0,12 b	0,13 ab	0,15 a	0,15 ab	0,01	0,04
17	0,12 a	0,15 a	0,16 a	0,15 a	0,02	0,19
19	0,12 a	0,16 a	0,16 a	0,14 a	0,03	0,66
21	0,11 b	0,15 ab	0,17 a	0,13 ab	0,01	0,04

E.E.: Error estándar.

Prob.: Probabilidad.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ).

En el gráfico 13, se puede ver que la acidez titulable experimentó cambios mínimos durante el estudio entre los diferentes tratamientos, las papayas sin recubrimiento y con recubrimiento de almidón de yuca presentaron un leve descenso (de 0,14 a 0,13%); demostrando que, durante el almacenamiento, los frutos tratados consumieron los ácidos orgánicos llevando a cabo la maduración. (Sañudo, A. et al., 2008). Mientras que en las papayas con recubrimiento de gelatina se notó un ligero aumento de 0,14 a 0,15%, así como también el de gel de sábila de 0,14 a 0,17%, lo cual puede estar relacionado con la capacidad para retardar la senescencia de los frutos. (Barrera, E. et al., 2012) .

La variación de los resultados que presentan los distintos tratamientos en los días evaluados, se debe a que las frutas provinieron de múltiples plantas y de diferentes cultivos, además la calidad de la papaya está relacionada con los factores

ambientales, tipo cuidado en el cultivo, forma de cosecha, exposición solar, entre otros, lo que provoca una variación en las frutas. (Franco, A., 2015).

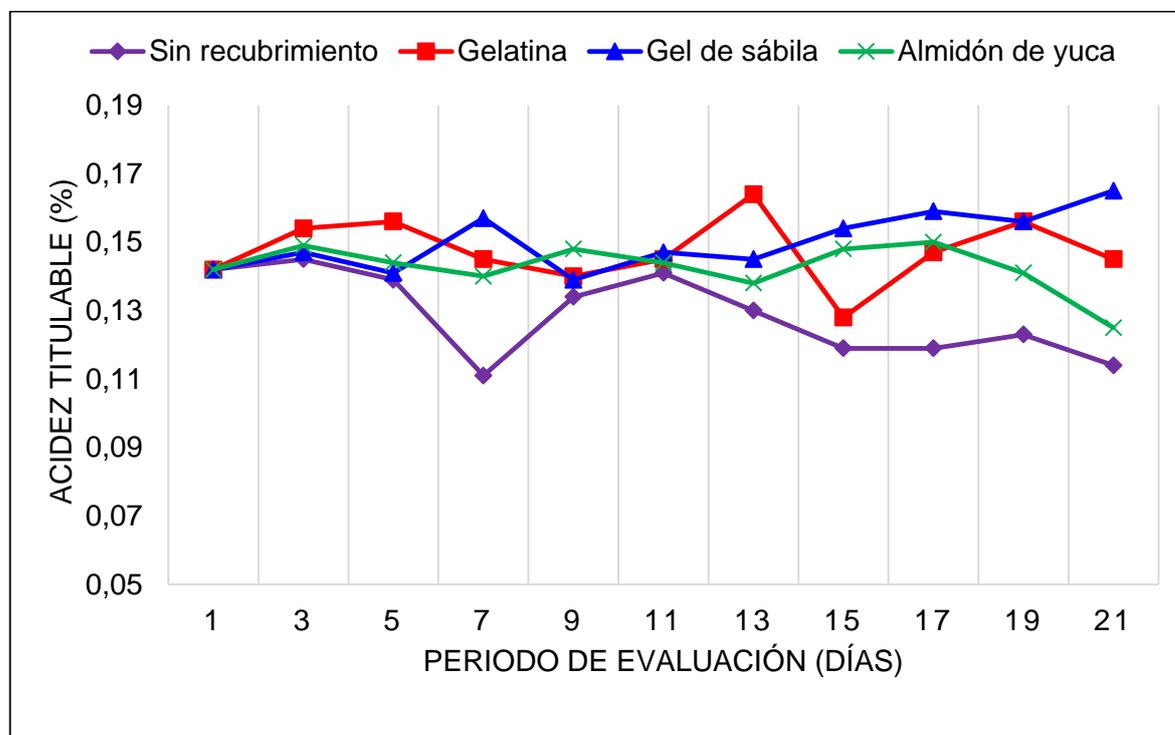


Gráfico 13. Comportamiento de la Acidez titulable (ácido cítrico, %) de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos durante 21 días a temperatura ambiente.

## 6. Índice de madurez

Es un parámetro establecido a partir de la cuantificación del contenido total de sólidos solubles y la acidez valorable, es de gran importancia ya que puede ser un indicativo preciso para determinar la calidad de los frutos. (Domene, M. y Segura, M., 2014).

Angón, P. et al. (2006), indican que es muy importante que los frutos presenten características de una madurez óptima, por ello existen índices para determinar el momento adecuado de recolección. Los índices más utilizados para medir la de madurez de un fruto son el color de fondo, firmeza, contenido de sólidos solubles, la prueba de almidón y la acidez, siendo todos ellos de empleo muy práctico.

De acuerdo al análisis de varianza hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en los días siete y veintiuno entre las frutas con recubrimiento de gel sábila, gelatina y el tratamiento testigo, en el quince entre el tratamiento sin recubrimiento (79,62) y gel de sábila (54,91), en el resto de días solo se observó diferencias numéricas entre todos los tratamientos, en el cuadro 16, se aprecia en el día diecisiete los tratamiento con gel de sábila, almidón de yuca y gelatina presentaron valores de 54,42; 60,19 y 60,56 respectivamente, los cuales son menores al testigo (75,95).

En el último día, el índice de madurez de las papayas sin recubrimiento es mayor en aproximadamente en 28,45% en relación a las frutas con recubrimiento, aseverando que el avance de la maduración y senescencia se retrasan por la utilización de los recubrimientos comestibles, puesto que forman una barrera en la superficie del fruto, ayudando a prolongar la vida postcosecha. (Guerrero, M. y Vázquez, J., 2013).

Cuadro 16. EFECTO DE LOS RECUBRMIENTOS EN EL ÍNDICE DE MADUREZ DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.

Días	Sin recubrimiento	Gelatina	Gel de sábila	Almidón de yuca	E.E.	Prob.
1	47,34	47,34	47,34	47,34		
3	59,18 a	51,18 a	58,65 a	49,55 a	0,33	0,43
5	62,79 a	54,04 a	61,67 a	56,51 a	0,49	0,82
7	81,62 a	52,82 b	56,05 b	58,26 ab	5,14	0,02
9	69,74 a	56,91 a	54,70 a	53,45 a	0,50	0,48
11	65,17 a	55,70 a	53,26 a	55,09 a	0,49	0,69
13	74,44 a	51,70 a	52,19 a	60,54 a	0,60	0,36
15	79,62 a	59,45 ab	54,91 b	59,25 ab	4,96	0,03
17	75,95 a	60,56 a	54,42 a	60,19 a	0,44	0,25
19	75,01 a	55,47 a	55,70 a	64,79 a	0,57	0,43
21	84,84 a	59,00 b	54,62 b	68,50 ab	4,88	0,01

E.E.: Error estándar.

Prob.: Probabilidad.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ).

En el gráfico 14, se puede apreciar que el índice de madurez al transcurrir los días se incrementó de manera más rápida en el tratamiento control en comparación de las papayas con recubrimientos, las mismas que mostraron con un proceso de maduración ligeramente tardío, puesto que a medida que se aumenta el estado de madurez de la papaya, se produce un incremento en el índice de madurez, debido al aumento de sólidos solubles y a la disminución de la acidez titulable. (Torres, R. et al., 2013).

Evidenciándose una ligera variación de los resultados entre días evaluados, puesto que la calidad las frutas dependen en gran medida de la forma en que fue cultivada, el clima, el suelo, la variedad, la nutrición, entre otros factores, los mismos que influyeron directamente en los resultados de la presente investigación, debido a que las papayas utilizadas provinieron de varias plantas y de diferentes cultivos. (Franco, A., 2015).

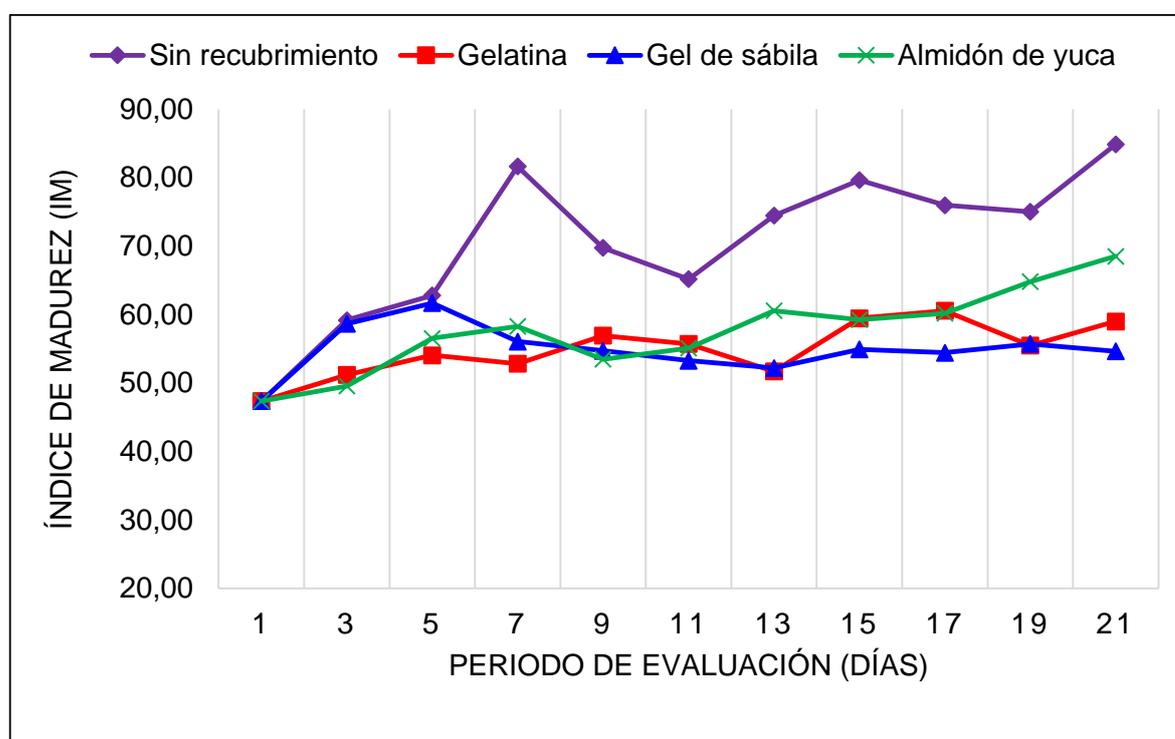


Gráfico 14. Evolución del índice de madurez (IM) de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos durante 21 días a temperatura ambiente.

Torres, R et al. (2013), agrupa sus resultados en siete estados de madurez como se indica en el cuadro 17, al compararlos con los resultados de índice de madurez de esta investigación, al final del estudio las papayas con recubrimiento de gel de sábila y gelatina presentaron un estado de madurez entre dos y tres; las frutas con recubrimiento de almidón de yuca mostraron un estado de madurez entre tres y cuatro, mientras que las frutas del tratamiento control tuvieron un estado de madurez entre cuatro y cinco.

Cuadro 17. ESTADOS DE MADUREZ (EM) DE PAPAYA HAWAIANA.

EM	Sólidos solubles, °Brix	Índice de madurez (IM)
1	6,64 ± 0,91	44,29 ± 6,08
2	6,82 ± 0,17	50,02 ± 3,35
3	7,60 ± 0,35	61,77 ± 5,16
4	8,18 ± 0,14	72,77 ± 9,13
5	9,33 ± 0,37	93,33 ± 3,74
6	10,20 ± 0,41	109,66 ± 9,71
7	11,56 ± 1,02	139,52 ± 9,99

Fuente: Torres, R. (2013).

Según Santamaría, F. et al. (2009), El color de la cáscara es la característica más utilizada para evaluar la maduración de los frutos de papaya; las recomendaciones para la cosecha, comercialización y consumo se basan en la aparición de porcentajes de color verde, amarillo y naranja.

En el gráfico 15, se muestran estados de madurez de acuerdo a la coloración, indicando que el estado uno puede ser utilizado como indicador del estado de madurez fisiológica, los estados 1 y 2 pueden ser usados como índices de cosecha para mercados que requieren envíos a larga distancia; el estado 3 y 4 en cambio como índice de cosecha para mercados cercanos, el estado 5 y 6 adecuado para el consumo.

Al relacionar los resultados del gráfico 15 con los de este estudio como se indica en el gráfico 16, con la al cabo de los 21 días de investigación, se determinó que las papayas recubiertas con gel de sábila y gelatina revelaron un estado de

madurez entre 1 y 2 apto para mercados que requieren transporte a larga distancia (exportación), las frutas recubiertas con almidón de yuca presentaron un estado de madurez entre 3 y 4 adecuado para la comercialización a mercados cercanos; mientras que las frutas sin recubrir tuvieron un estado madurez entre 5 y 6 idóneo para el consumo.



Gráfico 15. Aspecto de seis estados de maduración de papaya Maradol.

Fuente: Santamaría, F. et al. (2009).

<b>Sin recubrimiento</b>										
										
Día 1	Día 3	Día 5	Día 7	Día 9	Día 11	Día 13	Día 15	Día 17	Día 19	Día 21
<b>Recubrimiento con gelatina</b>										
										
Día 1	Día 3	Día 5	Día 7	Día 9	Día 11	Día 13	Día 15	Día 17	Día 19	Día 21
<b>Recubrimiento con gel de sábila</b>										
										
Día 1	Día 3	Día 5	Día 7	Día 9	Día 11	Día 13	Día 15	Día 17	Día 19	Día 21
<b>Recubrimiento con almidón de yuca</b>										
										
Día 1	Día 3	Día 5	Día 7	Día 9	Día 11	Día 13	Día 15	Día 17	Día 19	Día 21

Gráfico 16. Estado de madurez de las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos durante 21 días a temperatura ambiente.

## **B. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Tanto las frutas como los vegetales son susceptibles a enfermedades causadas por gran variedad de hongos y bacterias. Sin embargo, las frutas son más susceptibles al ataque de hongos debido a que éstas son más “ácidas”. Conforme maduran se tornan más dulces, la cáscara se ablanda y son menos ácidas, lo cual provoca que sus barreras naturales disminuyan y se vuelvan más vulnerables al ataque de los hongos y bacterias, de allí que un rápido y adecuado manejo minimizan el desarrollo de ellos, retardando deterioro su calidad. (Carmona, G., 2001).

### **1. Mohos y levaduras**

La importancia de la presencia de mohos y levaduras en los alimentos está dada por la capacidad de producir diferentes grados de deterioro y descomposición de los mismos. Además, producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos. (Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos, RENALOA, 2014).

Teniendo en cuenta que la calidad de la papaya y de otros productos agrícolas frescos, depende del manejo que se le da desde el cultivo, cosecha, postcosecha, hasta que llega al consumidor. En la presente investigación el recuento de mohos y levaduras desde el primer día presentó la máxima cantidad, puesto que valores referenciales expuestos por Moragas, M. y De Pablo, B. (2013), indican que estos deben estar entre  $10$  y  $10^4$  UFC/cc, como se ilustra en el cuadro 18, pudiendo atribuirse a que los productores no aplican buenas prácticas agrícolas, las tareas de siembra y cosecha aún se realizan de manera empírica, sin el control adecuado, ocasionando que la calidad de las frutas se vea directamente afectada.

Este principio es particularmente importante, ya que enfermedades como la antracnosis de la fruta, cuyo hongo produce esporas en campo y permanece latente hasta que se inicia el proceso de maduración de la papaya, momento en el cual los

cambios químicos y físicos favorecen el desarrollo de la enfermedad. (Bogantes, A. et al., 2010).

El análisis de varianza reveló diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las papayas con recubrimiento de gelatina y sin recubrimiento en el día nueve con valores de  $2,59 \times 10^5$  y  $9,38 \times 10^5$  UFC/cc respectivamente, y en el veintiuno entre el tratamiento de gelatina ( $7,03 \times 10^5$  UFC/cc), el de gel de sábila ( $8,67 \times 10^5$  UFC/cc) y el tratamiento testigo ( $1,43 \times 10^6$  UFC/cc), mientras que en el trece se identificó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las frutas sin recubrimiento ( $1,25 \times 10^6$  UFC/cc) y los otros tratamientos (gelatina  $4,64 \times 10^5$  UFC/cc, almidón de yuca  $5,33 \times 10^5$  UFC/cc y gel de sábila  $6,63 \times 10^5$  UFC/cc), al igual que en el día diecisiete como se observa en el cuadro 18, las papayas con recubrimientos mostraron una menor cantidad de UFC/cc frente al tratamiento control; los recubrimientos retrasan los procesos de maduración, haciéndolas menos susceptibles al deterioro postcosecha, en la presente investigación se adicionó aceite esencial de naranja con la finalidad de proporcionarles mayores atributos, como es el control de microorganismos, debido a la acción fungicida que tienen los aceites esenciales. (Ramos, M. et al., 2010).

Cuadro 18. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN EL CRECIMIENTO DE MOHOS Y LEVADURAS (UFC/cc) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.

Días	Sin recubrimiento	Gelatina	Gel de sábila	Almidón de yuca	E.E.	Prob.
1	8,36x10 <sup>4</sup>	8,36x10 <sup>4</sup>	8,36x10 <sup>4</sup>	8,36x10 <sup>4</sup>		
5	3,39x10 <sup>5</sup> a	1,02x10 <sup>5</sup> a	1,66x10 <sup>5</sup> a	1,67x10 <sup>5</sup> a	0,17	0,27
9	8,38x10 <sup>5</sup> a	2,59x10 <sup>5</sup> b	4,07x10 <sup>5</sup> ab	4,24x10 <sup>5</sup> ab	0,10	0,04
13	1,25x10 <sup>6</sup> a	4,64x10 <sup>5</sup> b	6,63x10 <sup>5</sup> b	5,33x10 <sup>5</sup> b	46,99	0,00
17	1,22x10 <sup>6</sup> a	6,27x10 <sup>5</sup> b	7,76x10 <sup>5</sup> b	6,57x10 <sup>5</sup> b	41,39	0,00
21	1,43x10 <sup>6</sup> a	7,03x10 <sup>5</sup> b	8,67x10 <sup>5</sup> b	9,25x10 <sup>5</sup> ab	55,47	0,01

E.E.: Error estándar.

Prob.: Probabilidad.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P>0,05).

Al transcurrir los días se observó un incremento de UFC/cc mohos y levaduras, en todos tratamientos como se aprecia en el gráfico 17, sin embargo, en el último día los tratamientos con recubrimiento presentaron un 42,28% menos de UFC/cc frente al tratamiento control, comprobando el efecto antimicrobiano que ejercen los aceites esenciales, a pesar de que los mecanismos de acción no están claros, se les atribuye cambios en la morfología del hongo, daños sobre estructuras reproductivas (conidias e hifas) y disminución de la producción de toxinas. (Guédez, C. et al., 2014).

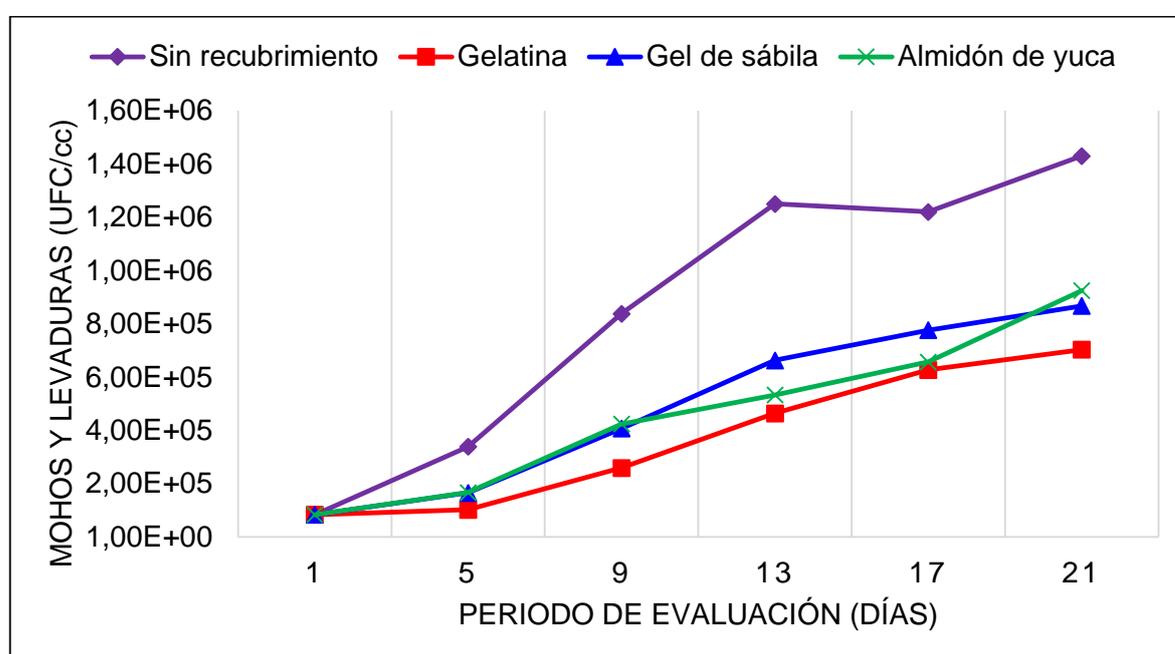


Gráfico 17. Comportamiento del crecimiento de mohos y levaduras (UFC/cc) en las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos a temperatura ambiente durante 21 días.

## 2. Aerobios totales (mesófilos)

El recuento de microorganismos aerobios mesófilos, estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos bajo condiciones establecidas, refleja la calidad sanitaria de los productos, indica las condiciones higiénicas de la materia prima, la forma como fueron manipulados durante su elaboración; un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas, de la misma manera un recuento elevado no significa presencia de flora patógena. (RENALOA, 2014).

Moragas, M. De Pablo, B. (2013), menciona que los valores de aerobios mesófilos en las frutas y hortalizas varía entre  $10^2$  y  $10^5$  UFC/cc, en esta investigación las papayas con recubrimiento de gelatina y gel de sábila mantienen este parámetro hasta el día veintiuno, mientras que, las frutas sin recubrimiento en el día nueve ya han alcanzado el máximo valor.

El análisis de varianza presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en el día nueve entre los tratamiento con gelatina, gel de sábila y tratamiento control con valores de  $3,32 \times 10^5$ ;  $3,75 \times 10^5$  y  $8,02 \times 10^5$  UFC/cc respectivamente, mientras que en día trece entre las papayas sin recubrimiento ( $1,07 \times 10^6$  UFC/cc) y con recubrimiento (gelatina  $3,60 \times 10^5$  UFC/cc , gel de sábila  $5,19 \times 10^5$  y almidón de yuca  $5,50 \times 10^5$  UFC/cc), en el día diecisiete las frutas con recubrimiento mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) frente a las que no tienen recubrimiento, en el último día entre el tratamiento con gelatina ( $7,97 \times 10^5$  UFC/cc), gel de sábila ( $9,13 \times 10^5$  UFC/cc) y control ( $1,58 \times 10^6$  UFC/cc) también se reveló diferencias estadísticas significativas, como se indica en el cuadro 19, observándose los menores valores en las frutas con recubrimiento de gelatina y gel de sábila, debido a la acción antimicrobiana que les provee el aceite esencial de naranja añadido a los recubrimientos.

Cuadro 19. EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS EN EL CRECIMIENTO DE AEROBIOS TOTALES (UFC/cc) DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE.

Días	Sin recubrimiento	Gelatina	Gel de sábila	Almidón de yuca	E.E.	Prob.
1	9,28x10 <sup>4</sup>	9,28x10 <sup>4</sup>	9,28x10 <sup>4</sup>	9,28x10 <sup>4</sup>		
5	2,84x10 <sup>5</sup> a	8,71x10 <sup>4</sup> a	1,40x10 <sup>5</sup> a	1,57x10 <sup>5</sup> a	0,23	0,52
9	8,02x10 <sup>5</sup> a	3,32x10 <sup>5</sup> b	3,75x10 <sup>5</sup> b	5,00x10 <sup>5</sup> ab	44,31	0,00
13	1,07x10 <sup>6</sup> a	3,60x10 <sup>5</sup> b	5,19x10 <sup>5</sup> b	5,50x10 <sup>5</sup> b	37,97	0,00
17	1,32x10 <sup>6</sup> a	5,74x10 <sup>5</sup> b	7,38x10 <sup>5</sup> b	7,59x10 <sup>5</sup> b	56,77	0,01
21	1,58x10 <sup>6</sup> a	7,97x10 <sup>5</sup> b	9,13x10 <sup>5</sup> b	1,05x10 <sup>6</sup> ab	64,40	0,02

E.E.: Error estándar.

Prob.: Probabilidad.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P>0,05).

En el gráfico 18, se muestra una ligera tendencia de incremento de microorganismos con el transcurso de los días, existiendo una diferenciación del 42,40% de entre los frutos con y sin recubrimiento, demostrando que los aceites esenciales logran retrasar su desarrollo y en algunas ocasiones la muerte del microorganismo, puesto que poseen un carácter lipofílico, permitiéndoles incorporarse a los lípidos de la membrana bacteriana, alterando su estructura y haciéndolas más permeables, ocasionando fugas de iones y otros compuestos, lisis celular. (Reyes, F. y et al., 2012).

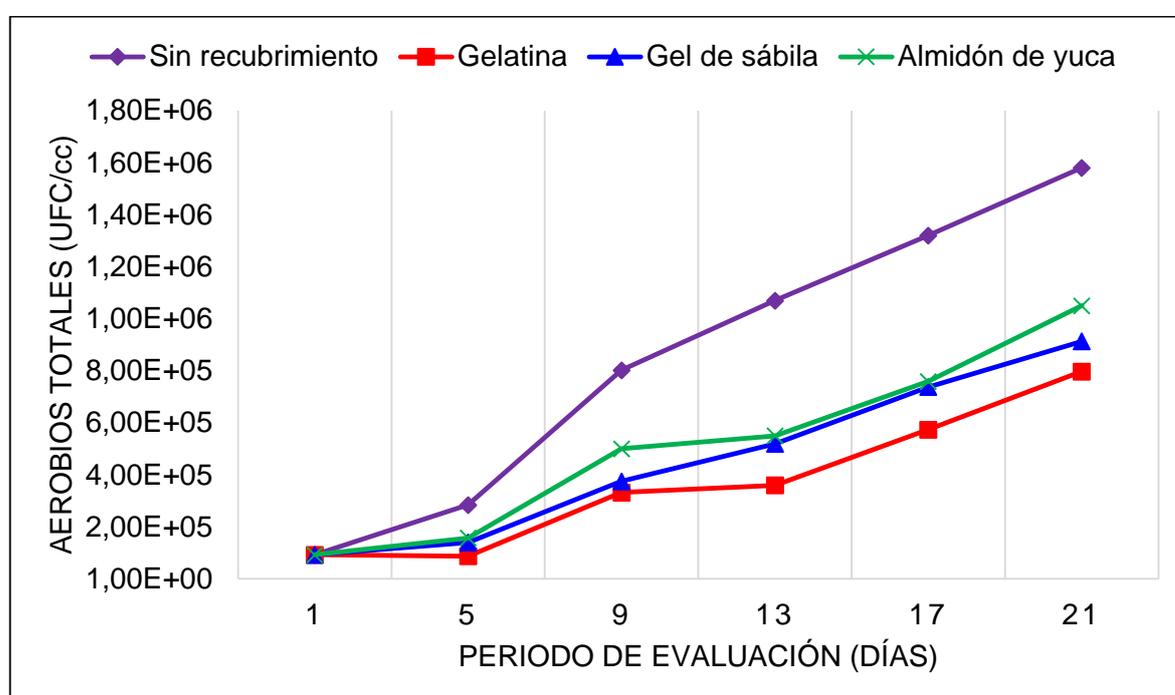


Gráfico 18. Comportamiento del crecimiento de aerobios totales (UFC/cc) en las papayas evaluadas con diferentes tipos de recubrimientos a temperatura ambiente durante 21 días.

Finalmente, los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos de la presente investigación demostraron que los aceites esenciales presentan una mejor acción bacteriostática que fungicida.

## C. VIDA DE ÚTIL

La vida útil de alimentos es el periodo en el que un alimento conserva sus características sensoriales y seguridad aceptables para el consumidor, almacenado bajo condiciones óptimas preestablecidas, en el instante en que algún parámetro químico, físico, sensorial o microbiológico se considere inaceptable, el producto ha llegado al final de su vida útil. (Anzueto, C., 2012).

La determinación de la vida útil de los tratamientos, se la realizó en base a los resultados microbiológicos de aerobios mesófilos y al factor pérdida de peso como se muestra en cuadro 20 y 21, respectivamente, aplicando la ecuación de cinética de primer orden (Alvarado, J. de D., 1996):

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{\kappa}$$

### 1. En función de los aerobios totales (mesófilos)

Una vez que una fruta es cosechada su proceso de deterioro se acelera, puesto a que los microorganismos se transportan en su superficie o su cáscara principalmente, los daños físicos facilitan que estos modifiquen y alteren las características propias de las frutas y las contaminan, haciéndolas inadecuadas para el consumo humano, pudiendo causar enfermedades, ya que generalmente son consumidas crudas o con muy poca preparación es uno de los parámetros más importantes para determinar la vida útil de un alimento.

Para el caso del recubrimiento con gelatina se muestra que hasta día veintiocho la presencia de aerobios mesófilos está dentro de los rangos establecidos, demostrando que la aplicación de recubrimientos comestibles, prolongan el doble de tiempo de vida útil de las papayas en relación al testigo, como se ilustra en el (cuadro 20).

Cuadro 20. CÁLCULO DE LA VIDA ÚTIL EN BASE A LOS AEROBIOS TOTALES DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS.

Días	Tiempo (seg)	ln (Sin recubrimiento)	ln (Gelatina)	ln (Gel de sábila)	ln (Almidón de yuca)
5	432000	12,56	11,37	11,85	11,96
9	777600	13,59	12,71	12,83	13,12
13	1123200	13,88	12,79	13,16	13,22
17	1468800	14,09	13,26	13,51	13,54
21	1814400	14,27	13,59	13,72	13,86
lnCo		12,40	11,13	11,58	11,77
lnC		13,59	13,59	13,72	13,86
k		$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
lnC - lnCo		1,19	2,46	2,14	2,09
t (seg.)		1187000,00	2461000,00	2143000,00	2089000,00
t (días)		14	28	25	24

ln: logaritmo natural de cada variable.

lnCo: valor inicial.

lnC: valor límite.

lnC – lnCo: Diferencia entre valor límite y valor inicial.

k: Constante.

t: tiempo de vida útil.

## 2. En función de la pérdida de peso

Los aspectos externos como la apariencia, uniformidad, frescura, son factores de la calidad externa que más demandan los consumidores, los cuales se ven afectados por la deshidratación de la fruta como consecuencia de su transpiración lo que significa una disminución de la calidad y aceptabilidad, por ello se ha tomado como referencia este parámetro.

En cuanto a pérdida de peso según los resultados reportados se indica que las papayas con recubrimientos de gelatina mantienen sus características físicas aceptables hasta el día quince en comparación a los tratamientos con almidón de

yuca, gel de sábila y tratamiento testigo, que presentan doce, once y seis días de tiempo de vida útil, como se aprecia en el (cuadro 21).

Cuadro 21. CÁLCULOS DE LA VIDA UTIL EN BASE A LA PÉRDIDA DE PESO DE LAS PAPAYAS EVALUADAS DURANTE 21 DÍAS.

Días	Tiempo (seg)	ln (Sin recubrimiento)	ln (Gelatina)	ln (Gel de sábila)	ln (Almidón de yuca)
3	259200	0,42	0,10	0,21	0,16
5	432000	1,09	0,79	0,93	0,88
7	604800	1,55	1,22	1,35	1,32
9	777600	1,87	1,51	1,65	1,62
11	950400	2,13	1,78	1,89	1,87
13	1123200	2,33	1,95	1,99	2,07
15	1296000	2,50	2,11	2,13	2,26
17	1468800	2,67	2,19	2,23	2,42
19	1641600	2,86	2,31	2,38	2,47
21	1814400	3,02	2,48	2,54	2,66
lnCo		0,46	0,23	0,38	0,27
lnC		1,55	1,51	1,35	1,32
k		$2 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
lnC - lnCo		1,09	1,28	0,97	1,05
t (seg.)		544250,00	1281700,00	970500,00	1046600,00
t (días)		6	15	11	12

ln: logaritmo natural de cada variable.

lnCo: valor inicial.

lnC: valor límite.

lnC – lnCo: Diferencia entre valor límite y valor inicial.

k: Constante.

t: tiempo de vida útil.

En los dos parámetros escogidos para el análisis de vida el tratamiento con gelatina es el que presenta mayor tiempo de almacenamiento, con veintiocho días en relación a los microorganismos aerobios totales y 15 días en cuanto al factor pérdida de peso; estos valores se correlacionan con otros parámetros como textura

(firmeza), contenido de sólidos solubles y acidez titulable, con los mencionados anteriormente.

La diferencia que existe entre los dos parámetros analizados puede deberse a que en los países subdesarrollados no se llevan a cabo buenas prácticas agrícolas, manejo adecuado de cosecha y tratamientos postcosecha. La hora de cosecha es un factor determinante en la cantidad de agua presente en los frutos, es recomendable realizarlo en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde, esto tiene una incidencia directamente proporcional en la hidratación de los frutos; por lo que, si lograra realizar un manejo adecuado de la cosecha por parte de los productores, el tiempo de vida útil sería similar en los dos parámetros antes mencionados.

## **D. ANÁLISIS ECONÓMICO**

### **1. Estimación de los costos de producción**

La estimación de los costos para la aplicación de recubrimientos comestibles se realizó para una producción de aproximadamente 256 cajas de 10kg por día se proyectó en base a lo planteado por Jiménez, J. (2002), quien indica que los rendimientos esperados normales son de 1600 cajas de 4kg calidad de exportación, por hectárea y por mes, para lo cual se empleará una cámara frigorífica de similares condiciones a lo propuesto por Castro, A. (2014), con una carga calórica de 9996,8kJ/h (anexo 5), y un costo aproximado de 9411,2USD (anexo 6).

En el gráfico 19, se muestra los procesos postcosecha (aplicación por inmersión), para el tratamiento sin recubrimiento cuyo número de trabajadores se definió en 7, mientras que el tratamiento con recubrimiento en 9.

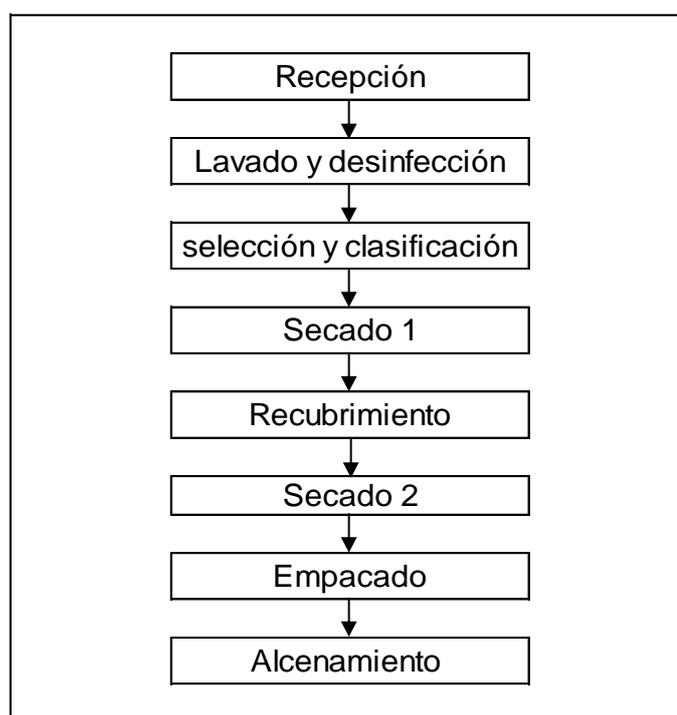


Gráfico 19. Diagrama de flujo de la aplicación de recubrimientos en la papaya.

Los costos de producción para cada tratamiento se ilustran en el cuadro 22, y en el anexo 7, se observa con detalle los costos de depreciación para instalaciones, maquinaria, equipos y herramientas; y los costos de luz y agua en el anexo 8. El costo para 1 litro de recubrimiento de gelatina fue de 4,80USD/l, para el de gel de sábila fue de 6,12USD/l y para el almidón de yuca de 4,41USD/l, en el (anexo 9).

Mediante el análisis económico se establece que los costos de producción varían en función de al ingrediente principal como son la gelatina, sábila y almidón de yuca, puesto que, al final se tuvo que un costo de 1933,57USD y 1975,74USD para 2560kg de papayas recubiertas con gelatina y gel de sábila respectivamente, mientras que para el almidón de yuca un costo de 1921,13USD. El menor costo de producción entre los recubrimientos por kg se registró en el de almidón de yuca (0,75USD), mientras que el mayor costo está representado por el de gel de sábila el cual fue de 0,77USD, como se muestra en el (cuadro 22).

Cuadro 22. COSTOS DE PRODUCCIÓN.

Descripción	Cant.	Unidad	Costo unidad	Recubrimientos			
				Sin recubrir	Gelatina	Gel de sábila	Almidón de yuca
<b>Materiales Directos</b>							
Fruta	2560,0	u	0,45	1152,00	1152,00	1152,00	1152,00
Recubrimiento de gelatina	29,0	l	4,80		139,14		
Recubrimiento de gel de sábila	29,0	l	6,12			177,48	
Recubrimiento de almidón de yuca	29,0	l	4,41				127,83
Embalaje (caja de cartón y papel)	256,0	u	0,70	179,20	179,20	179,20	179,20
<b>Mano de obra</b>							
Trabajadores	9,0	día	20,80	145,60	187,20	187,20	187,20
<b>Carga fabril</b>							
<u>Materiales Indirectos</u>							
Desinfectante	2,0	gal	8,20	16,40	16,40	16,40	16,40
Detergente	1,0	gal	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20
<u>Mano de obra indirecta</u>							
Supervisor de producción	1,0	día	44,46	44,46	44,46	44,46	44,46
<u>Depreciación</u>							
Ventilación industrial	4,0	u	700,00	0,48	0,97	0,97	0,97
Mesa de selección y clasificación	4,0	u	500,00	0,69	0,69	0,69	0,69
Balanza (800kg)	2,0	u	400,00	0,14	0,14	0,14	0,14
Cámara de refrigeración	2,0	u	9411,20	3,25	3,25	3,25	3,25
Instalaciones de trabajo de 200m <sup>2</sup>	1,0	u	55000,0	9,48	9,48	9,48	9,48
Tinas de inmersión (lavado y desinfección)	6,0	u	80,00	1,66	1,66	1,66	1,66
Mesas con superficie de malla plástica	8,0	u	12,00	0,28	0,28	0,28	0,28
Gavetas plásticas kaladas	60,0	u	5,00	1,03	1,03	1,03	1,03
<u>Suministros</u>							
Agua	8,0	m <sup>3</sup>	0,80	6,40	6,40	6,40	6,40
Energía eléctrica	66,4	kW/h	0,11	7,30	7,30	7,30	7,30
Sub total				1576,57	1757,79	1796,13	1746,48
Imprevistos 10%				157,66	175,78	179,61	174,65
Total				1734,22	1933,57	1975,74	1921,13
Costos por kg				0,68	0,76	0,77	0,75

Los precios con una utilidad del 30% por cada kg de papayas fueron de: 0,88USD para el recubrimiento de gelatina; 0,98USD para el gel de sábila y para el almidón de yuca de 0,98USD como se muestra en el cuadro 23, la diferencia de precios por kg de las frutas sin recubrir entre las recubiertas fue de 0,10USD para el de gelatina; 0,12USD para el de gel de sábila y de 0,09USD para el almidón de yuca.

Cuadro 23. PRECIOS DE UN KG DE PAPAYA SIN RECUBRIMIENTO Y CON RECUBRIMIENTO.

Tipo de recubrimiento	Costo por 256 cajas, USD	Costo por kg	Precio tentativo de venta (30%) por kg
Sin recubrimiento	1734,22	0,68	0,88
Gelatina	1933,57	0,76	0,98
Gel de sábila	1975,74	0,77	1,00
Almidón de yuca	1921,13	0,75	0,98

Los tratamientos con recubrimientos utilizados en la presente investigación presentan un incremento de 0,16USD en el precio de las frutas, ya que en el mercado rural, cada fruta con un peso cerca de 0,5kg se expende entre 0,30USD y 0,40USD.

En autoservicios como Mi Comisariato, y otros, se puede encontrar la papaya hawaiana por 1,30USD el kg y otras variedades por 1,70USD. (Revista Líderes, 2012). Mientras que en el mercado internacional el precio comercial (importador/distribuidor) para la variedad Golden es de 4,89 a 4,96USD/kg, Solo de 3,23 a 3,71USD/kg (EC, mar) y Formosa de 3,51 a 4,89USD/kg (BR, aéreo), mientras que el precio detallista (consumidor) es de 3,4 a 7,6USD/kg. Estos precios dependen de la variedad y el modo de transporte. (PROECUADOR, 2014)

Las papayas con los recubrimientos elaborados presentan un precio 40% menor que el de los supermercados, y es aproximadamente cuatro veces menos para el mercado internacional, constituyéndose estas dos últimas relaciones en una ventaja para comercialización de papaya recubierta tanto en el mercado nacional (supermercados), como en el mercado internacional.

## V. CONCLUSIONES

- Los recubrimientos comestibles con adición de aceite esencial de naranja evaluados en la presente investigación, se constituyen una opción promisoriosa para mejorar las propiedades físico químicas, puesto que se redujo la deshidratación de la fruta (38,68%) y la pérdida de firmeza (30,95%), así como también presentan menos de contenido de sólidos solubles (9,58%), pH (5,86%), acidez titulable (36,36%) e índice de madurez (28,45%), ralentizando los procesos metabólicos de la maduración, manteniendo las características sensoriales de la fruta.
- Se ha retardado el crecimiento tanto de mohos y levaduras (42,28%) como de aerobios totales (42,40%), obteniendo una menor carga microbiana con los recubrimientos de gelatina y gel de sábila, mejorando seguridad microbiana de la papaya en su manejo postcosecha.
- Por medio de la presente investigación hemos establecido que los recubrimientos resultan apropiados para alargar el tiempo de vida útil, debido a que independientemente del tratamiento aplicado todos los frutos que fueron recubiertos presentan mayor tiempo de almacenamiento, en relación al tratamiento testigo. Destacándose el recubrimiento de gelatina el mismo que logró conservar 9 días adicionales en relación al factor pérdida de peso y 14 días en función de los aerobios totales.
- El estudio económico realizado a los recubrimientos comestibles en frutos determinó un costo de producción por kg de fruta recubierta con almidón de yuca de 0,75USD; 0,76 USD con gelatina y con el de gel de sábila 0,77 USD, demostrando que la implementación esta tecnología para el manejo postcosecha de la papaya es rentable ya que, al comparar con precios de supermercados nacionales, se puede obtener una rentabilidad del 40% y cuatro veces más, en los internacionales.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Utilizar los recubrimientos elaborados en la presente investigación para conservación postcosecha de la papaya, puesto que mantienen las características físico químicas y microbiológicas por un mayor tiempo.
- Evaluar el efecto de refrigeración para los recubrimientos analizados en la presente investigación.
- Realizar un análisis sensorial de los frutos recubiertos con las distintas sustancias cuando estos hayan llegado a la madurez de consumo para evaluar si los recubrimientos han incidido en sus características organolépticas.

## VII. LITERATURA CITADA

1. Achipiz, S., Castillo, A., Mosquera, S., Hoyos, J., & Navia, D. (2013). Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración de la guayaba (*Psidium guajava*). *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*, 2(2), pp. 92-101.
2. Acosta, M., Nieto, D., Domínguez, J., & Delgadillo, F. (2001). Calidad y tolerancia en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) a la inoculación del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., en postcosecha. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 7(1), pp.119-124.
3. Albertini, S., Lai, A., Moreno, J., Sarriés, G., & Fillet, M. (2015). Effects of chemical treatments on fresh-cut papaya. *Food Chemistry*, 190, pp. 1182-1189.
4. Almeida, A., Reis, J., Santos, D., Vieira, T., & Costa, M. (2011). Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(1), pp. 49-60.
5. Alonso, M. (2008). Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de papaya del grupo solo, introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense*, 32(2), pp. 169-175.
6. Alvarado, J. de D. (1996). *Balances de materia y de energía*. Washington-Estados Unidos: Secretaria General de los Estados Unidos Americanos. pp. 66-69.
7. Angón, P., Santos, N., & Hernández, C. (2006). *Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un Fruto*. Oaxaca-México. pp.10-12. Recuperado a partir de <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/ensayo1t30.pdf>.
8. Anzueto, C. (2012). *Modelos matemáticos para estimación de vida útil de alimentos*. San Salvador-Guatemala. pp. 1-3.
9. Arango, L., Román, C., Salamanca, C., Almansa, E., Bernal, J., León, G., ... Gómez, P. (2000). *El cultivo de la papaya en los llanos orientales de Colombia*. Corpoica. Colombia: Lito Process. pp. 5-25.
10. Arias, C., & Toledo, J. (2000). Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*, 1, pp. 3-16.

11. Augstburger, F., Berger, J., Censkowsky, U., Heid, P., Milz, J., & Streit, C. (2000). *Agricultura orgánica en el trópico y subtrópico*. Alemania: Asociación Naturland. pp. 9-14.
12. Barco, P., Burbano, A., Mosquera, S., Héctor, V., & Navia, D. (2011). Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración del tomate. *revista Lasallista de Investigación*, 8(2), pp. 96-103.
13. Barrera, E., Gil, M., García, C., Durango, D., & Gil, J. (2012). Empleo de un recubrimiento formulado con propóleos para el manejo poscosecha de frutos de papaya (Carica papaya L. cv. Hawaiana). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(1), pp. 6497-6506.
14. Bernal, C. (2012). *Extracción del aceite esencial de la cáscara de naranja: caracterización y estudio de potencial industria en el Ecuador*. Universidad San Francisco de Quito. pp.5-35.
15. Bogantes, A., & Mora, E. (2013). Incidencia y severidad de la antracnosis en líneas e híbridos de papaya (Carica papaya). *Agronomía Mesoamericana*, 24(2), pp. 411-417.
16. Bogantes, A., Mora, E., Umaña, G., & Loría, C. (2010). Guía para la producción de la papaya en Costa Rica. pp. 3-21.
17. Brasil, I., Gomes, C., Puerta, A., Castell, M., & Moreira, R. (2012). Polysaccharide-based multilayered antimicrobial edible coating enhances quality of fresh-cut papaya. *LWT - Food Science and Technology*, 47(1), pp. 39-45. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.005>.
18. Carmona, G. (2001). *Rol de la temperatura en el almacenamiento de productos frescos*. San José-Costa Rica. pp. 2-6. Recuperado a partir de [http://www.cnp.go.cr/biblioteca/poscosecha/guias\\_tecnicas/3431-5.pdf](http://www.cnp.go.cr/biblioteca/poscosecha/guias_tecnicas/3431-5.pdf).
19. Castro, A. (2014). *Efecto de la aplicación de recubrimientos comestibles en la calidad poscosecha de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.)*. Escuela Politécnica Nacional. pp. 42-48.
20. Consejo Nacional de Productores de Papaya [PROPAPAYA]. (2011). Estudio de oportunidades de mercado de inteligencia comercial internacional de la papaya mexicana e identificación de necesidades de infraestructura logística. pp. 2-20.

21. Domene, M., & Segura, M. (2014). *Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. Cajamar* (Vol. 005). Adalucía-España. pp.2-10.
22. Franco, A. (2015). *Prácticas de precosecha y cosecha que influyen en la poscosecha*. Bogotá. pp. 3-19.
23. García, M. (2010). *Guía técnica del cultivo de la papaya*. El Salvador. pp.5-36.
24. Gayosso, L., Yahia, E., & González, G. (2011). Identification and quantification of phenols, carotenoids, and vitamin C from papaya (*Carica papaya* L., cv. Maradol) fruit determined by HPLC-DAD-MS/MS-ESI. *Food Research International*, 44(5), pp. 1284-1291.
25. Gil, A. (2010). *Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. (Médica Panamerica, Ed.) (2da Ed.). Madrid. pp. 66-69.
26. Gómez, E. (2011). *Recubrimientos para frutas y hortalizas. V curso internacional tecnología poscosecha y procesamiento mínimo*. Cartagena. pp. 1-15.
27. Guédez, C., Cañizalez, L., Avendaño, L., Scorza, J., Castillo, C., Olivar, R., Sánchez, L. (2014). Actividad antifúngica del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) sobre hongos poscosecha en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.). *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, pp. 81-87.
28. Guerrero, M., & Vázquez, J. (2013). Recubrimientos de frutas con biopelículas. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 7, 7, pp. 5-14.
29. Guzmán, G. (1998). *Guía para el cultivo de la papaya*. San José - Costa Rica. pp. 3-27.
30. Hamzah, H., Osman, A., Tan, C., & Ghazali, F. (2013). Carrageenan as an alternative coating for papaya (*Carica papaya* L. cv. Eksotika). *Postharvest Biology and Technology*, 75, pp. 142-146.
31. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones [PROEcuador]. (2014a). Análisis sectorial papaya 2014. Quito-Ecuador. pp.3-16.
32. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones [PROEcuador]. (2014b). *Frutas no tradicionales en países bajos (Holanda)*. Quito-Ecuador. pp. 5-12.
33. Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. NTE INEN 0389: Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH), Pub. L. No. NTE INEN 0389 (1986). Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.

34. Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. NTE INEN 1529-10: Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad, Pub. L. No. NTE INEN 1529-10 (1998). Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.
35. Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. NTE IEN 1529-5: Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos., Pub. L. No. NTE INEN 1529-5 (2006). Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.
36. Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. NTE INEN 2337 - Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos., Pub. L. No. NTE INEN 2337 (2008). Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.
37. Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. NTE INEN 1909: Frutas frescas. Tomate de árbol. Requisitos, Pub. L. No. NTE INEN 1909 (2009). Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.
38. Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. NTE INEN 2788: Norma para la papaya (CODEX STAN 183-1993, MOD), Pub. L. No. NTE INEN 2788 (2013). Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.
39. Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. NTE INEN-ISO 2173: Productos vegetales y frutas - determinación de sólidos solubles - método refractométrico (IDT), Pub. L. No. NTE INEN-ISO 2173 (2013). Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.
40. Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. NTE INEN-ISO 750: Productos vegetales y de frutas - determinación de la acidez titulable (IDT), Pub. L. No. NTE INEN-ISO 750 (2013). Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.
41. Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. NTE INEN 1755: Frutas frescas. Aguacate. Requisitos, Pub. L. No. NTE INEN 1755 (2015). Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.
42. Jiménez, J. (2002). Manual práctico para el cultivo de la papaya hawaiana. Guásimo-Costa Rica: Earth. pp. 2-10.
43. Jing, G., Li, T., Qu, H., Yun, Z., Jia, Y., Zheng, X., & Jiang, Y. (2015). Carotenoids and volatile profiles of yellow- and red-fleshed papaya fruit in relation to the expression of carotenoid cleavage dioxygenase genes. *Postharvest Biology and Technology*, 109, pp. 114-119. <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.06.006>.

44. Khairul, E., Stanley, R., Netzel, M., & Fanning, K. (2015). Phytochemicals of papaya and its traditional health and culinary uses—a review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 41, pp. 201-211.
45. La Solución para el agro [Soloagro]. (2006). Solagro - Papaya. Recuperado 1 de enero de 2015, a partir de <http://www.solagro.com.ec/es/cultivos-2/item/papaya.html>.
46. Looze, Y., Boussard, P., Huet, J., Vandebussche, G., Raussens, V., & Wintjens, R. (2009). Purification and characterization of a wound-inducible thaumatin-like protein from the latex of *Carica papaya*. *Phytochemistry*, 70(8), pp. 970-978. <http://doi.org/10.1016/j.phytochem.2009.05.005>.
47. Maqbool, M., Ali, A., Alderson, P., Muda, M., Siddiqui, Y., & Zahid, N. (2011). Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 62(1), pp. 71-76.
48. Martínez, A. (2003). *Aceites esenciales. Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia*. Medellín. pp.1-16.
49. Maté, J. (2008). *Películas comestibles y biodegradables : oportunidades y usos. VI Panorámica actual de la industria alimentaria*. Navarra. pp. 1-8.
50. May, M. (2009). *Martha Esther May Gutiérrez*. Universidad Autónoma de Querétaro. pp. 3-15.
51. Moragas, M., & De Pablo, B. (2013). *Recopilación de normas microbiológicas de los alimentos y asimilados (superficies, agua de diferente consumo, aire, subproductos) y de parámetros físico-químicos de interés sanitario*. Bilbao. pp. 23-25.
52. Moreno, E. (2011). Boletín Bioextracto No. 70 Papaya – *Carica Papaya*. Recuperado 16 de enero de 2016, a partir de <http://www.todonatural.net/?p=67>.
53. Narsaiah, K., Wilson, R., Gokul, K., Mandge, H., Jha, S., Bhadwal, S., ... Vij, S. (2015). Effect of bacteriocin-incorporated alginate coating on shelf-life of minimally processed papaya (*Carica papaya* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 100, pp. 212-218. <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.10.003>.
54. Organización mundial de la salud [OMS]. (2013). Fomento del consumo mundial de frutas y verduras. Recuperado a partir de <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/index1.html>.

55. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (1987). Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas - Las frutas y hortalizas frescas como productos perecibles. *Tecnología Postcosecha*. Chile-Santiago.
56. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2003). Prioridad mundial al consumo de fruta y hortalizas. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/fruitveg1.html>.
57. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2005). Pérdidas en la manipulación después de la cosecha. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j5778s.html>.
58. Parzanese, M. (2006). Tecnologías para la industria alimentaria Películas y recubrimientos comestibles. *Ministerio de Agricultura, Ficha N°7*, pp. 1-11.
59. Proyecto Merlín II. (2010). Protocolo técnico y logístico frutas. *Natura Visión*. Colombia. pp. 2-13.
60. Quintero, J., Falguera, V., & Muñoz, A. (2010). Films and edible coatings: importance, and recent trends in fruit. *Revista TUMBAGA*, 5(1), pp. 93-118.
61. Ramos, M., Bautista, S., & Barrera, L. (2010). Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28(1), pp. 44-57.
62. Rashid, M., Grout, B., Continella, A., & Mahmud, T. (2015). Low-dose gamma irradiation following hot water immersion of papaya (*Carica papaya* Linn.) fruits provides additional control of postharvest fungal infection to extend shelf life. *Radiation Physics and Chemistry*, 110, pp. 77-81.
63. Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos [ReNaLOA]. (2014). Microorganismos indicadores. Córdoba: INAL-ANMAT. pp. 2-16.
64. Restrepo, J., & Aristizabal, I. (2010). Conservación de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y cera de carnaúba. *Redalyc*, 17(3), pp. 252-263.
65. Revista Líderes. (2012, junio). La papaya nacional tiene su espacio en el extranjero. Recuperado a partir de <http://www.revistalideres.ec/lideres/papaya-nacional-espacio-extranjero.html>.

66. Reyes, F., Palou, E., & López, A. (2012). Vapores de aceites esenciales: alternativa de antimicrobianos naturales. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 6-1*, pp. 29-39.
67. Sánchez, L., Vargas, M., González, C., Cháfer, M., & Chiralt, A. (2008). Incorporación de productos naturales en recubrimientos comestibles para la conservación de alimentos. *VIII Congreso SEAE Bullas 2008*, pp. 1-9.
68. Santamaría, F., Díaz, R., Sauri, E., Espadas, F., Santamaría, J., & Larqué, A. (2009). Quality Characteristics in Maradol Papaya Fruits, *35*(March 2006), pp. 347-353.
69. Sañudo, A., Siller, J., Osuna, T., Muy, D., López, G., & Labavitch, J. (2008). Control de la maduración en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) con 1-metilciclopropeno y ácido 2- cloroetil fosfónico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, *31*(2), pp. 141-147.
70. Schweiggert, R., Steingass, C., Mora, E., Esquivel, P., & Carle, R. (2011). Carotenogenesis and physico-chemical characteristics during maturation of red fleshed papaya fruit (*Carica papaya* L.). *Food Research International*, *44*(5), pp. 1373-1380. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.029>.
71. Torres, R., Montes, E., Pérez, O., & Andrade, R. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Informacion Tecnológica*, *24*(3), pp. 51-56.
72. Trejo, A. (2010). *Aplicación de recubrimientos comestibles*. México. pp. 5-19.
73. Umaña, G., Loría, C., & Gómez, J. (2011). Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las característica físicoquímicas de la papaya híbrido pococí. *Agronomía Costarricense*, *35*(2), pp. 61-73.
74. Zekaria, D. (2012). *Los aceites esenciales una alternativa a los antimicrobianos*. España. pp. 2-16. Recuperado a partir de [http://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/wpsa1182855355a.pdf](http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1182855355a.pdf).

# **ANEXOS**

Anexo 1. Datos obtenidos de las pruebas físico – químicas durante la experimentación.

DIAS	TRAT	REP	PERDIDA DE PESO (%)	TEXTURA (N)	SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix)	pH	ACIDEZ TITULABLE (%)	INDICE DE MADUREZ
3	SIN RECUBRIMIENTO	1	1,126	114,333	8,800	5,800	0,154	57,292
3	SIN RECUBRIMIENTO	2	1,738	134,042	7,767	5,933	0,145	53,539
3	SIN RECUBRIMIENTO	3	1,732	130,013	9,167	5,900	0,137	67,139
3	GELATINA	1	0,870	116,838	8,100	5,767	0,162	49,959
3	GELATINA	2	1,105	137,418	7,133	5,900	0,154	46,441
3	GELATINA	3	1,354	142,971	8,333	5,733	0,145	57,445
3	SABILA	1	1,118	127,727	8,233	5,700	0,171	48,242
3	SABILA	2	1,027	131,102	8,600	5,833	0,128	67,188
3	SABILA	3	1,579	141,229	8,900	5,933	0,145	61,351
3	ALMIDON DE YUCA	1	1,084	128,053	7,550	5,767	0,196	38,468
3	ALMIDON DE YUCA	2	1,038	129,251	7,267	5,900	0,137	53,223
3	ALMIDON DE YUCA	3	1,405	140,467	6,933	5,933	0,119	58,036
5	SIN RECUBRIMIENTO	1	2,486	109,978	7,900	5,700	0,154	51,432
5	SIN RECUBRIMIENTO	2	3,105	110,304	9,100	5,967	0,145	62,730
5	SIN RECUBRIMIENTO	3	3,388	119,996	9,000	6,000	0,119	75,335
5	GELATINA	1	1,868	118,036	8,300	5,633	0,188	44,212
5	GELATINA	2	2,191	130,449	7,667	5,833	0,145	52,849
5	GELATINA	3	2,582	140,793	9,033	5,867	0,137	66,162
5	SABILA	1	2,478	120,649	8,700	5,633	0,188	46,342
5	SABILA	2	2,124	127,618	8,650	5,867	0,111	77,975
5	SABILA	3	3,034	140,793	8,033	6,100	0,128	62,760

5	ALMIDON DE YUCA	1	2,374	125,113	7,600	5,633	0,179	42,411
5	ALMIDON DE YUCA	2	2,039	120,867	8,500	6,067	0,137	62,256
5	ALMIDON DE YUCA	3	2,839	142,753	7,933	5,900	0,119	66,406
7	SIN RECUBRIMIENTO	1	4,115	104,751	9,100	6,100	0,111	82,031
7	SIN RECUBRIMIENTO	2	4,680	108,236	9,433	5,833	0,128	73,698
7	SIN RECUBRIMIENTO	3	5,325	88,636	8,367	6,067	0,094	89,134
7	GELATINA	1	2,989	119,342	8,350	5,733	0,154	54,362
7	GELATINA	2	3,491	111,502	9,067	6,100	0,137	66,406
7	GELATINA	3	3,720	126,311	5,467	5,900	0,145	37,684
7	SABILA	1	3,937	120,649	8,000	5,900	0,137	58,594
7	SABILA	2	3,463	106,058	9,133	5,900	0,179	50,967
7	SABILA	3	4,143	112,700	9,000	5,900	0,154	58,594
7	ALMIDON DE YUCA	1	3,825	120,431	7,967	5,900	0,128	62,240
7	ALMIDON DE YUCA	2	3,135	114,987	7,100	5,933	0,137	52,002
7	ALMIDON DE YUCA	3	4,304	114,660	9,300	6,000	0,154	60,547
9	SIN RECUBRIMIENTO	1	5,623	68,818	10,733	5,967	0,137	78,613
9	SIN RECUBRIMIENTO	2	6,588	87,111	8,100	6,033	0,154	52,734
9	SIN RECUBRIMIENTO	3	7,186	65,769	8,833	6,100	0,111	79,627
9	GELATINA	1	4,076	106,493	8,400	5,967	0,137	61,523
9	GELATINA	2	4,775	111,393	6,267	5,933	0,154	40,799
9	GELATINA	3	4,752	113,898	9,033	6,067	0,128	70,573
9	SABILA	1	5,448	113,353	8,650	5,733	0,128	67,578
9	SABILA	2	4,612	105,949	6,800	6,033	0,171	39,844
9	SABILA	3	5,550	114,878	7,000	6,067	0,119	58,594
9	ALMIDON DE YUCA	1	5,152	116,402	8,000	5,967	0,154	52,083

9	ALMIDON DE YUCA	2	4,429	111,176	7,267	5,867	0,145	50,092
9	ALMIDON DE YUCA	3	5,634	112,373	8,467	6,033	0,145	58,364
11	SIN RECUBRIMIENTO	1	6,528	67,184	8,800	6,000	0,162	54,276
11	SIN RECUBRIMIENTO	2	9,043	70,996	9,333	6,300	0,154	60,764
11	SIN RECUBRIMIENTO	3	9,790	62,067	9,100	6,133	0,111	82,031
11	GELATINA	1	5,130	102,900	8,167	6,000	0,137	59,814
11	GELATINA	2	6,434	86,240	6,800	6,200	0,145	46,875
11	GELATINA	3	6,249	112,809	9,367	5,900	0,154	60,981
11	SABILA	1	6,953	96,911	8,500	6,000	0,145	58,594
11	SABILA	2	5,958	91,140	6,500	6,200	0,179	36,272
11	SABILA	3	6,882	106,384	8,067	5,967	0,119	67,522
11	ALMIDON DE YUCA	1	6,082	108,998	7,500	6,033	0,162	46,258
11	ALMIDON DE YUCA	2	5,884	104,207	8,033	6,067	0,154	52,300
11	ALMIDON DE YUCA	3	7,545	112,047	8,100	6,233	0,119	67,801
13	SIN RECUBRIMIENTO	1	6,893	67,076	9,800	6,333	0,111	88,341
13	SIN RECUBRIMIENTO	2	11,828	67,402	9,533	6,200	0,196	48,573
13	SIN RECUBRIMIENTO	3	12,539	55,969	8,500	6,233	0,094	90,554
13	GELATINA	1	5,217	101,920	8,167	5,500	0,188	43,501
13	GELATINA	2	8,011	85,042	8,567	5,900	0,171	50,195
13	GELATINA	3	7,971	109,978	8,500	6,100	0,137	62,256
13	SABILA	1	6,825	92,229	7,867	6,167	0,137	57,617
13	SABILA	2	7,244	88,309	7,500	6,100	0,154	48,828
13	SABILA	3	7,837	103,662	7,300	6,333	0,145	50,322
13	ALMIDON DE YUCA	1	6,588	111,284	7,867	5,900	0,119	65,848
13	ALMIDON DE YUCA	2	7,754	96,367	7,500	6,133	0,188	39,950

13	ALMIDON DE YUCA	3	9,552	106,058	8,800	5,933	0,111	79,327
15	SIN RECUBRIMIENTO	1	7,355	56,840	9,600	6,100	0,128	75,000
15	SIN RECUBRIMIENTO	2	15,049	55,424	9,600	6,000	0,128	75,000
15	SIN RECUBRIMIENTO	3	14,901	54,662	9,100	6,300	0,102	88,867
15	GELATINA	1	5,857	101,593	8,200	5,800	0,119	68,638
15	GELATINA	2	10,085	81,884	6,267	6,300	0,137	45,898
15	GELATINA	3	9,127	108,780	8,167	6,200	0,128	63,802
15	SABILA	1	7,491	92,120	7,800	5,900	0,171	45,703
15	SABILA	2	8,375	88,418	8,467	6,200	0,145	58,364
15	SABILA	3	9,459	102,791	8,800	6,000	0,145	60,662
15	ALMIDON DE YUCA	1	7,576	102,573	8,800	5,800	0,162	54,276
15	ALMIDON DE YUCA	2	8,904	95,713	8,667	6,400	0,145	59,743
15	ALMIDON DE YUCA	3	12,549	103,553	8,700	6,000	0,137	63,721
17	SIN RECUBRIMIENTO	1	8,880	49,000	9,500	6,200	0,145	65,487
17	SIN RECUBRIMIENTO	2	19,758	51,722	7,867	6,300	0,111	70,913
17	SIN RECUBRIMIENTO	3	17,265	54,118	9,500	6,100	0,102	92,773
17	GELATINA	1	6,122	101,484	8,800	5,733	0,171	51,563
17	GELATINA	2	11,946	80,904	9,967	6,333	0,137	72,998
17	GELATINA	3	9,821	108,236	7,933	6,100	0,137	58,105
17	SABILA	1	8,208	90,596	10,200	5,900	0,171	59,766
17	SABILA	2	9,527	85,587	7,200	6,100	0,154	46,875
17	SABILA	3	10,220	102,682	8,767	5,900	0,154	57,075
17	ALMIDON DE YUCA	1	8,526	99,524	9,300	5,967	0,154	60,547
17	ALMIDON DE YUCA	2	10,889	91,358	9,100	6,100	0,119	76,172
17	ALMIDON DE YUCA	3	15,249	101,593	8,200	6,200	0,179	45,759

19	SIN RECUBRIMIENTO	1	9,190	47,911	9,800	6,067	0,171	57,422
19	SIN RECUBRIMIENTO	2	24,650	46,278	7,533	6,433	0,094	80,256
19	SIN RECUBRIMIENTO	3	23,331	53,138	9,900	6,300	0,111	89,243
19	GELATINA	1	7,141	100,940	8,700	6,233	0,179	48,549
19	GELATINA	2	13,204	79,816	8,300	6,200	0,128	64,844
19	GELATINA	3	10,833	100,722	8,800	5,967	0,162	54,276
19	SABILA	1	8,918	89,507	7,833	5,833	0,222	35,306
19	SABILA	2	11,551	84,607	8,167	6,200	0,119	68,359
19	SABILA	3	12,256	101,702	9,033	6,100	0,137	66,162
19	ALMIDON DE YUCA	1	8,329	100,831	9,233	6,267	0,154	60,113
19	ALMIDON DE YUCA	2	13,036	90,378	9,900	5,900	0,119	82,868
19	ALMIDON DE YUCA	3	15,128	95,604	8,167	5,900	0,154	53,168
21	SIN RECUBRIMIENTO	1	11,577	46,169	9,500	6,367	0,128	74,219
21	SIN RECUBRIMIENTO	2	26,767	41,704	9,600	6,433	0,102	93,750
21	SIN RECUBRIMIENTO	3	27,707	51,940	9,600	6,500	0,111	86,538
21	GELATINA	1	8,440	99,851	8,850	6,100	0,137	64,819
21	GELATINA	2	15,313	79,489	7,000	6,300	0,119	58,594
21	GELATINA	3	13,393	99,198	9,600	6,133	0,179	53,571
21	SABILA	1	9,223	87,329	8,900	5,467	0,179	49,665
21	SABILA	2	14,534	84,062	9,333	5,733	0,162	57,566
21	SABILA	3	15,052	99,633	8,700	6,233	0,154	56,641
21	ALMIDON DE YUCA	1	8,465	98,000	8,500	6,200	0,119	71,150
21	ALMIDON DE YUCA	2	17,973	74,153	7,600	6,100	0,137	55,664
21	ALMIDON DE YUCA	3	19,142	94,516	9,400	6,200	0,119	78,683

Anexo 2. Datos obtenidos de las pruebas físico – químicas durante la experimentación.

DIA	TRATAMIENTO	REPETICION	MOHOS Y LEVADURAS	AEROBIOS TOTALES
5	SIN RECUBRIMEINTO	1	1.47E+05	1.45E+05
5	SIN RECUBRIMEINTO	2	6.72E+05	9.10E+05
5	SIN RECUBRIMEINTO	3	3.90E+05	1.73E+05
5	GELATINA	1	5.50E+04	2.33E+04
5	GELATINA	2	1.95E+05	2.82E+05
5	GELATINA	3	9.95E+04	1.01E+05
5	SABILA	1	1.13E+05	8.77E+04
5	SABILA	2	2.93E+05	3.03E+05
5	SABILA	3	1.37E+05	1.05E+05
5	ALMIDON DE YUCA	1	1.10E+05	1.10E+05
5	ALMIDON DE YUCA	2	4.12E+05	3.25E+05
5	ALMIDON DE YUCA	3	1.04E+05	1.09E+05
9	SIN RECUBRIMEINTO	1	7.29E+05	5.96E+05
9	SIN RECUBRIMEINTO	2	1.21E+06	1.04E+06
9	SIN RECUBRIMEINTO	3	6.72E+05	8.02E+05
9	GELATINA	1	1.35E+05	3.46E+05
9	GELATINA	2	2.82E+05	3.47E+05
9	GELATINA	3	4.55E+05	3.03E+05
9	SABILA	1	4.77E+05	3.47E+05
9	SABILA	2	3.25E+05	3.90E+05
9	SABILA	3	4.33E+05	3.90E+05
9	ALMIDON DE YUCA	1	3.25E+05	4.33E+05
9	ALMIDON DE YUCA	2	4.19E+05	4.33E+05
9	ALMIDON DE YUCA	3	5.63E+05	6.50E+05
13	SIN RECUBRIMEINTO	1	1.48E+06	1.18E+06
13	SIN RECUBRIMEINTO	2	1.28E+06	1.19E+06
13	SIN RECUBRIMEINTO	3	9.97E+05	8.45E+05
13	GELATINA	1	4.01E+05	4.01E+05
13	GELATINA	2	5.20E+05	2.96E+05
13	GELATINA	3	4.77E+05	3.90E+05
13	SABILA	1	8.45E+05	4.98E+05
13	SABILA	2	6.21E+05	4.88E+05
13	SABILA	3	5.42E+05	5.74E+05

13	ALMIDON DE YUCA	1	4.48E+05	4.77E+05
13	ALMIDON DE YUCA	2	5.53E+05	5.20E+05
13	ALMIDON DE YUCA	3	6.07E+05	6.61E+05
17	SIN RECUBRIMEINTO	1	1.30E+06	1.19E+06
17	SIN RECUBRIMEINTO	2	1.30E+06	1.60E+06
17	SIN RECUBRIMEINTO	3	1.08E+06	1.18E+06
17	GELATINA	1	5.42E+05	4.98E+05
17	GELATINA	2	7.91E+05	7.15E+05
17	GELATINA	3	5.63E+05	5.20E+05
17	SABILA	1	8.67E+05	5.63E+05
17	SABILA	2	7.48E+05	8.45E+05
17	SABILA	3	7.15E+05	8.23E+05
17	ALMIDON DE YUCA	1	5.13E+05	5.48E+05
17	ALMIDON DE YUCA	2	8.02E+05	9.10E+05
17	ALMIDON DE YUCA	3	6.72E+05	8.45E+05
21	SIN RECUBRIMEINTO	1	1.44E+06	1.38E+06
21	SIN RECUBRIMEINTO	2	1.78E+06	2.19E+06
21	SIN RECUBRIMEINTO	3	1.13E+06	1.26E+06
21	GELATINA	1	6.07E+05	8.78E+05
21	GELATINA	2	8.67E+05	8.02E+05
21	GELATINA	3	6.50E+05	7.15E+05
21	SABILA	1	9.53E+05	9.53E+05
21	SABILA	2	9.21E+05	9.32E+05
21	SABILA	3	7.37E+05	8.56E+05
21	ALMIDON DE YUCA	1	9.32E+05	1.26E+06
21	ALMIDON DE YUCA	2	1.11E+06	1.07E+06
21	ALMIDON DE YUCA	3	7.58E+05	8.67E+05

Anexo 3. Análisis de varianza de las propiedades físico-química del experimento.

**DÍA TRES**

**Pérdida de peso (%)**

**Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.312	3	0.104	1.342	0.3275
Error	0.620	8	0.077		
Total	0.931	11			
C.V.	22.005				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.057	3	0.019	1.268	0.3490
Error	0.120	8	0.015		
Total	0.178	11			
C.V.	10.970				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	1.518	0.071	a
Gel de Sábila	1.230	0.071	a
Almidón de yuca	1.171	0.071	a
Gelatina	1.100	0.071	a

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

**Textura-firmeza (N)**

**Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	101.145	3	33.715	0.342	0.796
Error	788.479	8	98.56		
Total	889.624	11			
C.V.	7.571				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gel de sábila	133.353	5.732	a
Almidón de yuca	132.590	5.732	a
Gelatina	132.409	5.732	a
Sin recubrimiento	126.129	5.732	a

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

## Contenido de sólidos solubles (°Brix)

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	3.703	3	1.234	4.335	0.043
Error	2.278	8	0.285		
Total	5.980	11			
C.V.	6.616				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	8.578	0.308	a
Gel de sábila	8.578	0.308	a
Gelatina	7.855	0.308	ab
Almidón de yuca	7.250	0.308	b

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

## pH

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.012	3	0.00404	0.476	0.708
Error	0.068	8	0.00849		
Total	0.08	11			
C.V.	1.578				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	5.878	0.053	a
Almidón de yuca	5.867	0.053	a
Gel de sábila	5.822	0.053	a
Gelatina	5.800	0.053	a

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

## Acidez titulable (%)

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.000115	3	0.000038	0.069	0.975
Error	0.004472	8	0.000559		
Total	0.004587	11			
C.V.	15.824				

### Análisis de varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.000195	3	0.00007	0.072	0.973
Error	0.007186	8	0.00090		
Total	0.007381	11			
C.V.	7.772				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gelatina	0.154	0.017	a
Almidón de yuca	0.149	0.017	a
Gel de sábila	0.147	0.017	a
Sin recubrimiento	0.145	0.017	a

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

**Índice de madurez****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	221.336	3	73.779	1.058	0.419
Error	558.054	8	69.757		
Total	779.390	11			
C.V.	15.224				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	1.029	3	0.343	1.040	0.426
Error	2.640	8	0.330		
Total	3.670	11			
C.V.	7.778				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	59.182	0.332	a
Gel de sábila	58.645	0.332	a
Gelatina	51.180	0.332	a
Almidón de yuca	49.548	0.332	a

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

**DÍA CINCO****Pérdida de peso (%)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.980	3	0.327	1.834	0.219
Error	1.425	8	0.178		
Total	2.405	11			
C.V.	16.601				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.094	3	0.031	1.787	0.227
Error	0.140	8	0.017		
Total	0.233	11			
C.V.	8.318				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	2.979	0.076	a
Gel de sábila	2.531	0.076	a
Almidón de yuca	2.406	0.076	a
Gelatina	2.205	0.076	a

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

**Textura-firmeza (N)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	594.085	3	198.028	1.972	0.197
Error	803.162	8	100.395		
Total	1397.247	11			
C.V.	7.977				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gelatina	129.759	5.785	a
Gel de sábila	129.687	5.785	a
Almidón de yuca	129.578	5.785	a
Sin recubrimiento	113.426	5.785	a

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

**Contenido de sólidos solubles (°Brix)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.680	3	0.227	0.721	0.567
Error	2.511	8	0.314		
Total	3.191	11			
C.V.	6.696				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	8.667	0.323	a
Gel de sábila	8.461	0.323	a
Gelatina	8.333	0.323	a
Almidón de yuca	8.011	0.323	a

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

## pH

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.022	3	0.007	0.201	0.893
Error	0.291	8	0.036		
Total	0.313	11			
C.V.	3.260				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	5.889	0.110	a
Almidón de yuca	5.867	0.110	a
Gel de sábila	5.867	0.110	a
Gelatina	5.778	0.110	a

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

## Acidez titulable (%)

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.00052	3	0.000173	0.188	0.901
Error	0.00733	8	0.000917		
Total	0.00785	11			
C.V.	20.762				

### Análisis de varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.00087	3	0.00029	0.19249	0.89860
Error	0.01210	8	0.00151		
Total	0.01297	11			
C.V.	10.225				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gelatina	0.156	0.022	a
Almidón de yuca	0.144	0.022	a
Gel de sábila	0.141	0.022	a
Sin recubrimiento	0.139	0.022	a

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

## Índice de madurez

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	160.199	3	53.4	0.314	0.815
Error	1360.007	8	170.001		
Total	1520.206	11			
C.V.	22.010				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.669	3	0.223	0.305	0.821
Error	5.850	8	0.731		
Total	6.519	11			
C.V.	11.162				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	62.790	0.494	a
Gel de sábila	61.670	0.494	a
Almidón de yuca	56.505	0.494	a
Gelatina	54.037	0.494	a

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

**DÍA SIETE****Pérdida de peso (%)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	2.765	3	0.922	3.788	0.059
Error	1.947	8	0.243		
Total	4.711	11			
C.V.	12.560				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	4.707	0.285	a
Gel de sábila	3.848	0.285	a
Almidón de yuca	3.755	0.285	a
Gelatina	3.400	0.285	a

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

**Textura-firmeza (N)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	611.522	3	203.841	3.575	0.066
Error	456.195	8	57.024		
Total	1067.718	11			
C.V.	6.721				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gelatina	119.052	4.360	a
Almidón de yuca	116.693	4.360	a
Gel de sábila	113.136	4.360	a
Sin recubrimiento	100.541	4.360	a

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

**Contenido de sólidos solubles (°Brix)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	3.251	3	1.084	0.782	0.536
Error	11.08	8	1.385		
Total	14.331	11			
C.V.	14.082				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	8.967	0.679	a
Gel de sábila	8.711	0.679	a
Almidón de yuca	8.122	0.679	a
Gelatina	7.628	0.679	a

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

**pH****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.018	3	0.0061	0.421	0.743
Error	0.115	8	0.0144		
Total	0.133	11			
C.V.	2.020				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	6.000	0.069	a
Almidón de yuca	5.944	0.069	a
Gelatina	5.911	0.069	a
Gel de sábila	5.900	0.069	a

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

### Acidez titulable (%)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.0034	3	0.00113	4.619	0.037
Error	0.00196	8	0.00025		
Total	0.00537	11			
C.V.	11.340				

#### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gel de sábila	0.157	0.009	a
Gelatina	0.145	0.009	ab
Almidón de yuca	0.140	0.009	ab
Sin recubrimiento	0.111	0.009	b

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

### Índice de madurez

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	1555.533	3	518.511	6.538	0.0152
Error	634.457	8	79.307		
Total	2189.990	11			
C.V.	14.320				

#### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	81.621	5.142	a
Almidón de yuca	58.263	5.142	ab
Gel de sábila	56.052	5.142	b
Gelatina	52.817	5.142	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P>0,05)

### DÍA NUEVE

### Pérdida de peso (%)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	6.015	3	2.005	5.679	0.022
Error	2.825	8	0.353		
Total	8.840	11			
C.V.	11.172				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	6.466	0.343	a
Gel de sábila	5.203	0.343	ab
Almidón de yuca	5.072	0.343	ab
Gelatina	4.534	0.343	b

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

**Textura-firmeza (N)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	3238.387	3	1079.462	24.294	0.000226
Error	355.460	8	44.432		
Total	3593.847	11			
C.V.	6.516				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Almidón de yuca	113.317	3.848	a
Gel de sábila	111.393	3.848	a
Gelatina	110.595	3.848	a
Sin recubrimiento	73.899	3.848	b

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

**Contenido de solidos solubles (°Brix)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	5.134	3	1.711	1.281	0.345
Error	10.687	8	1.336		
Total	15.821	11			
C.V.	14.218				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	9.222	0.667	a
Almidón de yuca	7.911	0.667	a
Gelatina	7.900	0.667	a
Gel de sábila	7.483	0.667	a

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

## pH

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.014	3	0.005	0.383	0.768
Error	0.100	8	0.013		
Total	0.114	11			
C.V.	1.870				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	6.033	0.065	a
Gelatina	5.989	0.065	a
Almidón de yuca	5.956	0.065	a
Gel de sábila	5.944	0.065	a

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

## Acidez titulable (%)

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.00030	3	0.000100	0.278	0.840
Error	0.00289	8	0.000361		
Total	0.00319	11			
C.V.	13.541				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Almidón de yuca	0.148	0.011	a
Gelatina	0.140	0.011	a
Gel de sábila	0.139	0.011	a
Sin recubrimiento	0.134	0.011	a

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

## Índice de madurez

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	520.409	3	173.47	1.014	0.436
Error	1368.384	8	171.048		
Total	1888.793	11			
C.V.	22.091				

### Análisis de varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	2.044	3	0.681	0.903	0.481
Error	6.034	8	0.754		
Total	8.078	11			
C.V.	11.352				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	69.739	0.501	a
Gelatina	56.912	0.501	a
Gel de sábila	54.701	0.501	a
Almidón de yuca	53.451	0.501	a

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

**DÍA ONCE****Pérdida de peso (%)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	10.757	3	3.586	3.152	0.086
Error	9.099	8	1.137		
Total	19.856	11			
C.V.	15.517				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.358	3	0.119	3.066	0.091
Error	0.311	8	0.039		
Total	0.670	11			
C.V.	7.557				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	8.393	0.114	a
Gel de sábila	6.589	0.114	a
Almidón de yuca	6.482	0.114	a
Gelatina	5.924	0.114	a

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

**Textura-firmeza (N)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	3032.509	3	1010.836	14.692	0.00128
Error	550.412	8	68.801		
Total	3582.92	11			
C.V.	8.872				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Almidón de yuca	108.417	4.789	a
Gelatina	100.650	4.789	a
Gel de sábila	98.145	4.789	a
Sin recubrimiento	66.749	4.789	b

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

**Contenido de sólidos solubles (°Brix)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	3.428	3	1.143	1.557	0.274
Error	5.873	8	0.734		
Total	9.301	11			
C.V.	10.463				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	9.078	0.495	a
Gelatina	8.111	0.495	a
Almidón de yuca	7.878	0.495	a
Gel de sábila	7.689	0.495	a

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

**pH****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.023	3	0.008	0.421	0.743
Error	0.147	8	0.018		
Total	0.170	11			
C.V.	2.224				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	6.144	0.078	a
Almidón de yuca	6.111	0.078	a
Gel de sábila	6.056	0.078	a
Gelatina	6.033	0.078	a

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

### Acidez titulable (%)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.000043	3	0.000014	0.025	0.994
Error	0.004506	8	0.000563		
Total	0.004549	11			
C.V.	16.358				

#### Análisis de varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.000085	3	0.000028	0.029	0.993
Error	0.007920	8	0.000990		
Total	0.008005	11			
C.V.	8.280				

#### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gel de sábila	0.147	0.018	a
Gelatina	0.145	0.018	a
Almidón de yuca	0.144	0.018	a
Sin recubrimiento	0.141	0.018	a

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

### Índice de madurez

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	254.662	3	84.887	0.519	0.681
Error	1309.303	8	163.663		
Total	1563.965	11			
C.V.	22.137				

#### Análisis de varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	1.080	3	0.360	0.497	0.694
Error	5.797	8	0.725		
Total	6.877	11			
C.V.	11.253				

#### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	65.173	0.491	a
Gelatina	55.696	0.491	a
Almidón de yuca	55.086	0.491	a
Gel de sábila	53.261	0.491	a

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

## DÍA TRECE

### Pérdida de peso (%)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	21.225	3.000	7.075	1.950	0.200
Error	29.020	8.000	3.627		
Total	50.244	11.000			
C.V.	23.260				

#### Análisis de varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.566	3	0.189	1.762	0.232
Error	0.856	8	0.107		
Total	1.422	11			
C.V.	11.517				

#### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	10.253	0.189	a
Almidón de yuca	7.919	0.189	a
Gel de sábila	7.295	0.189	a
Gelatina	7.001	0.189	a

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

### Textura-firmeza (N)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	3053.183	3	1017.728	12.517	0.0022
Error	650.442	8	81.305		
Total	3703.625	11			
C.V.	9.970				

#### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Almidón de yuca	104.570	5.206	a
Gelatina	98.980	5.206	a
Gel de sábila	94.733	5.206	a
Sin recubrimiento	63.482	5.206	b

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

### Contenido de sólidos solubles (°Brix)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	4.738	3	1.579	6.022	0.019
Error	2.098	8	0.262		
Total	6.837	11			
C.V.	6.152				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	9.278	0.296	a
Gelatina	8.411	0.296	ab
Almidón de yuca	8.056	0.296	ab
Gel de sábila	7.556	0.296	b

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

**pH****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.342	3	0.114	3.547	0.068
Error	0.257	8	0.032		
Total	0.598	11			
C.V.	2.952				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	6.255	0.103	a
Gel de sábila	6.200	0.103	a
Almidón de yuca	5.989	0.103	a
Gelatina	5.833	0.103	a

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

**Acidez titulable (%)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.0017	3	0.00057	0.413	0.748
Error	0.0111	8	0.00138		
Total	0.0128	11			
C.V.	25.471				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.003	3	0.0011	0.465	0.715
Error	0.019	8	0.0024		
Total	0.022	11			
C.V.	12.787				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gelatina	0.164	0.028	a
Gel de sábila	0.145	0.028	a
Almidón de yuca	0.138	0.028	a
Sin recubrimiento	0.130	0.028	a

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

## Índice de madurez

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	1130.167	3	376.722	1.407	0.310
Error	2142.152	8	267.769		
Total	3272.319	11			
C.V.	27.073				

### Análisis de varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	4.063	3	1.354	1.244	0.356
Error	8.707	8	1.088		
Total	12.769	11			
C.V.	13.538				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	74.442	0.602	a
Almidón de yuca	60.544	0.602	a
Gel de sábila	52.186	0.602	a
Gelatina	51.696	0.602	a

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

## DÍA QUINCE

### Pérdida de peso (%)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	32.600	3	10.867	1.364	0.322
Error	63.753	8	7.969		
Total	96.353	11			
C.V.	29.021				

#### Análisis de varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.713	3	0.238	1.189	0.374
Error	1.600	8	0.200		
Total	2.313	11			
C.V.	14.481				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	12.138	0.258	a
Almidón de yuca	9.567	0.258	a
Gel de sábila	8.442	0.258	a
Gelatina	8.248	0.258	a

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

## Textura-firmeza (N)

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	3997.765	3	1332.59	19.81	0.00046
Error	538.155	8	67.27		
Total	4535.920	11			
C.V.	9.424				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Almidón de yuca	100.613	4.735	a
Gelatina	97.419	4.735	a
Gel de sábila	94.443	4.735	a
Sin recubrimiento	55.642	4.735	b

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

## Contenido de sólidos solubles (°Brix)

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	5.560	3	1.853	4.716	0.035
Error	3.144	8	0.393		
Total	8.704	11			
C.V.	7.363				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	9.433	0.362	a
Almidón de yuca	8.722	0.362	ab
Gel de sábila	8.356	0.362	ab
Gelatina	7.545	0.362	b

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

## pH

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.017	3	0.006	0.106	0.954
Error	0.420	8	0.053		
Total	0.437	11			
C.V.	3.767				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	6.133	0.132	a
Gelatina	6.100	0.132	a
Almidón de yuca	6.067	0.132	a
Gel de sábila	6.033	0.132	a

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

**Acidez titulable (%)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.0024	3	0.00079	4.558	0.038
Error	0.0014	8	0.00017		
Total	0.0038	11			
C.V.	9.602				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gel de sábila	0.154	0.008	a
Almidón de yuca	0.148	0.008	ab
Gelatina	0.128	0.008	ab
Sin recubrimiento	0.119	0.008	b

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

**Índice de madurez****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	1104.297	3	368.099	4.991	0.031
Error	589.970	8	73.746		
Total	1694.266	11			
C.V.	13.565				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	79.622	4.958	a
Gelatina	59.446	4.958	ab
Almidón de yuca	59.247	4.958	ab
Gel de sábila	54.910	4.958	b

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

## DÍA DIECISIETE

### Pérdida de peso (%)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	71.989	3	23.996	1.783	0.228
Error	107.677	8	13.460		
Total	179.666	11			
C.V.	32.274				

#### Análisis de varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.082	3	0.027	1.454	0.298
Error	0.151	8	0.019		
Total	0.233	11			
C.V.	13.286				

#### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	14.454	0.079	a
Almidón de yuca	11.220	0.079	a
Gel de sábila	9.290	0.079	a
Gelatina	8.954	0.079	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P>0,05)

### Textura-firmeza (N)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	4424.152	3	1474.717	18.681	0.00057
Error	631.543	8	78.943		
Total	5055.694	11			
C.V.	10.486				

#### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Almidón de yuca	97.492	5.130	a
Gelatina	96.875	5.130	a
Gel de sábila	92.955	5.130	a
Sin recubrimiento	51.613	5.130	b

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

### Contenido de sólidos solubles (°Brix)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.089	3	0.030	0.026	0.994
Error	9.051	8	1.131		
Total	9.140	11			
C.V.	12.004				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	8.956	0.614	a
Gelatina	8.900	0.614	a
Almidón de yuca	8.867	0.614	a
Gel de sábila	8.722	0.614	a

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

**pH****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.084	3	0.028	0.869	0.496
Error	0.257	8	0.032		
Total	0.341	11			
C.V.	2.949				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	6.200	0.103	a
Gel de sábila	6.089	0.103	a
Almidón de yuca	6.055	0.103	a
Gelatina	5.967	0.103	a

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

**Acidez titulable (%)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.003	3	0.00092	1.924	0.204
Error	0.004	8	0.00048		
Total	0.007	11			
C.V.	15.100				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.005	3	0.0017	1.999	0.193
Error	0.007	8	0.0008		
Total	0.012	11			
C.V.	7.629				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gel de sábila	0.159	0.017	a
Almidón de yuca	0.150	0.017	a
Gelatina	0.147	0.017	a
Sin recubrimiento	0.119	0.017	a

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

## Índice de madurez

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	778.258	3	259.419	1.71	0.242
Error	1213.707	8	151.713		
Total	1991.965	11			
C.V.	19.499				

### Análisis de varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	2.914	3	0.971	1.672	0.249
Error	4.648	8	0.581		
Total	7.562	11			
C.V.	9.639				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	75.951	0.440	a
Gelatina	60.560	0.440	a
Almidón de yuca	60.187	0.440	a
Gel de sábila	54.420	0.440	a

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

## DÍA DIECINUEVE

### Pérdida de peso (%)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	145.472	3	48.491	1.979	0.196
Error	196.021	8	24.503		
Total	341.493	11			
C.V.	37.698				

#### Análisis de varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.101	3	0.034	1.351	0.325
Error	0.200	8	0.025		
Total	0.302	11			
C.V.	14.552				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	17.418	0.091	a
Almidón de yuca	11.803	0.091	a
Gel de sábila	10.814	0.091	a
Gelatina	10.069	0.091	a

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

## Textura-firmeza (N)

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	4511.976	3	1503.992	22.713	0.00029
Error	529.748	8	66.219		
Total	5041.724	11			
C.V.	9.849				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Almidón de yuca	95.604	4.698	a
Gelatina	93.826	4.698	a
Gel de sábila	91.939	4.698	a
Sin recubrimiento	49.109	4.698	b

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

## Contenido de sólidos solubles (°Brix)

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	1.240	3	0.413	0.549	0.663
Error	6.019	8	0.752		
Total	7.259	11			
C.V.	9.879				

### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Almidón de yuca	9.100	0.501	a
Sin recubrimiento	9.078	0.501	a
Gelatina	8.600	0.501	a
Gel de sábila	8.344	0.501	a

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

## pH

### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.111	3	0.037	1.084	0.410
Error	0.272	8	0.034		
Total	0.383	11			
C.V.	3.017				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	6.267	0.107	a
Gelatina	6.133	0.107	a
Gel de sábila	6.044	0.107	a
Almidón de yuca	6.022	0.107	a

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

**Acidez titulable (%)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.002	3	0.00072	0.505	0.690
Error	0.011	8	0.00144		
Total	0.014	11			
C.V.	25.988				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.004	3	0.00131	0.560	0.656
Error	0.019	8	0.00234		
Total	0.023	11			
C.V.	12.750				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gelatina	0.156	0.028	a
Gel de sábila	0.156	0.028	a
Almidón de yuca	0.141	0.028	a
Sin recubrimiento	0.123	0.028	a

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

**Índice de madurez****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	768.838	3	256.279	1.114	0.399
Error	1840.758	8	230.095		
Total	2609.596	11			
C.V.	23.933				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	2.991	3	0.997	1.041	0.425
Error	7.665	8	0.958		
Total	10.657	11			
C.V.	12.382				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	75.013	0.565	a
Almidón de yuca	64.786	0.565	a
Gel de sábila	55.696	0.565	a
Gelatina	55.473	0.565	a

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

**DÍA VEINTIUNO****Pérdida de peso (%)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	176.369	3	58.790	1.689	0.246
Error	278.491	8	34.811		
Total	454.860	11			
C.V.	37.743				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.098	3	0.033	1.117	0.398
Error	0.235	8	0.029		
Total	0.333	11			
C.V.	14.748				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	20.464	0.099	a
Almidón de yuca	14.289	0.099	a
Gel de sábila	12.647	0.099	a
Gelatina	11.995	0.099	a

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

**Textura-firmeza (N)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	4397.475	3	1465.825	14.897	0.0012
Error	787.162	8	98.395		
Total	5184.637	11			
C.V.	12.451				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gelatina	92.846	5.727	a
Gel de sábila	90.341	5.727	a
Almidón de yuca	88.890	5.727	a
Sin recubrimiento	46.604	5.727	b

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

**Contenido de sólidos solubles (°Brix)****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	2.348	3	0.783	1.156	0.384
Error	5.418	8	0.677		
Total	7.766	11			
C.V.	9.265				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	9.567	0.475	a
Gel de sábila	8.978	0.475	a
Almidón de yuca	8.500	0.475	a
Gelatina	8.483	0.475	a

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

**pH****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.589	3	0.196	4.603	0.037
Error	0.341	8	0.043		
Total	0.930	11			
C.V.	3.359				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	6.433	0.119	a
Gelatina	6.178	0.119	ab
Almidón de yuca	6.167	0.119	ab
Gel de sábila	5.811	0.119	b

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

### Acidez titulable (%)

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.0046	3	0.00154	4.411	0.041
Error	0.0028	8	0.00035		
Total	0.0074	11			
C.V.	13.607				

#### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gel de sábila	0.165	0.011	a
Gelatina	0.145	0.011	ab
Almidón de yuca	0.125	0.011	ab
Sin recubrimiento	0.114	0.011	b

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

### Índice de madurez

#### Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	1612.005	3	537.335	7.523	0.0103
Error	571.371	8	71.421		
Total	2183.375	11			
C.V.	12.663				

#### Separación de medias según Tukey (P<5)

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	84.836	4.879	a
Almidón de yuca	68.499	4.879	ab
Gelatina	58.995	4.879	b
Gel de sábila	54.624	4.879	b

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

Anexo 4. Análisis de varianza y separación de medias de las pruebas microbiológicas del experimento.

**DÍA CINCO**

**(UFC/cc) Mohos y levaduras**

**Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	1.36914E+11	3	45638020833	1.591	0.266
Error	2.29438E+11	8	28679770833		
Total	3.66352E+11	11			
C.V.	74.508				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.413	3	0.138	1.579	0.269
Error	0.697	8	0.087		
Total	1.109	11			
C.V.	5.626				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	3.39E+05	0.170	a
Almidón de yuca	1.67E+05	0.170	a
Gel de sábila	1.66E+05	0.170	a
Gelatina	1.02E+05	0.170	a

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

**(UFC/cc) Aerobios Totales**

**Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	1.42383E+11	3	47461020000	0.806	0.525
Error	4.71214E+11	8	58901723333		
Total	6.13597E+11	11			
C.V.	108.914				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.401	3	0.134	0.826	0.516
Error	1.294	8	0.162		
Total	1.695	11			
C.V.	7.758				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Gelatina	8.71E+04	0.232	a
Gel de sábila	1.40E+05	0.232	a
Almidón de yuca	1.57E+05	0.232	a
Sin recubrimiento	2.84E+05	0.232	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**DÍA NUEVE****(UFC/cc) Mohos y levaduras****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	5.78674E+11	3	1.92891E+11	5.78	0.021
Error	2.66971E+11	8	33371333333		
Total	8.45645E+11	11			
C.V.	36.384				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	0.398	3	0.133	4.730	0.035
Error	0.224	8	0.028		
Total	0.622	11			
C.V.	2.968				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	8.38E+05	0.097	a
Almidón de yuca	4.24E+05	0.097	ab
Gel de sábila	4.07E+05	0.097	ab
Gelatina	2.59E+05	0.097	b

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

**(UFC/cc) Aerobios Totales****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	4.23921E+11	3	1.41307E+11	8.524	0.007
Error	1.32626E+11	8	16578250000		
Total	5.56547E+11	11			
C.V.	25.425				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	184145,667	3	61381,889	10,424	0,004
Error	47110,000	8	5888,750		
Total	231255,667	11			
C.V.	10.997				

**Separación de medias según Tukey (p<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	8.02E+05	44.305	a
Almidón de yuca	5.00E+05	44.305	ab
Gel de sábila	3.75E+05	44.305	b
Gelatina	3.32E+05	44.305	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DÍA TRECE****(UFC/cc) Mohos y levaduras****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	1.15152E+12	3	3.83841E+11	16.374	0.00089
Error	1.87537E+11	8	23442166667		
Total	1.33906E+12	11			
C.V.	20.947				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	341867,000	3	113955,667	17,202	0,0008
Error	52996,000	8	6624,500		
Total	394863,000	11			
C.V.	9.742				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	1.25E+06	46.991	a
Gel de sábila	6.63E+05	46.991	b
Almidón de yuca	5.33E+05	46.991	b
Gelatina	4.64E+05	46.991	b

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

**(UFC/cc) Aerobios Totales****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	8.54253E+11	3	2.84751E+11	21.344	0.000357
Error	1.0673E+11	8	13341250000		
Total	9.60983E+11	11			
C.V.	18.432				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	303457,667	3	101152,556	23,387	0,00026
Error	34602,000	8	4325,250		
Total	338059,667	11			
C.V.	8.499				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	1.07E+06	37.970	a
Almidón de yuca	5.50E+05	37.970	b
Gel de sábila	5.19E+05	37.970	b
Gelatina	3.60E+05	37.970	b

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

**DÍA DIECISIETE****(UFC/cc) Mohos y levaduras****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	6.82141E+11	3	2.2738E+11	14.541	0.00133
Error	1.25094E+11	8	15636750000		
Total	8.07235E+11	11			
C.V.	15.168				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	188286.917	3	62762.306	12.236	0.0023
Error	41034.000	8	5129.250		
Total	229320.917	11			
C.V.	7.981				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	1.22E+06	41.349	a
Gel de sábila	7.76E+05	41.349	b
Almidón de yuca	6.57E+05	41.349	b
Gelatina	6.27E+05	41.349	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**(UFC/cc) Aerobios Totales****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	9.48772E+11	3	3.16257E+11	9.473	0.0052
Error	2.67095E+11	8	33386833333		
Total	1.21587E+12	11			
C.V.	21.419				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	254778.250	3	84926.083	8.7849	0.0065
Error	77338.667	8	9667.333		
Total	332116.917	11			
C.V.	10.812				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	1.32E+06	56.767	a
Almidón de yuca	7.59E+05	56.767	b
Gel de sábila	7.38E+05	56.767	b
Gelatina	5.74E+05	56.767	b

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

**DÍA VEINTIUNO****(UFC/cc) Mohos y levaduras****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	9.25964E+11	3	3.08655E+11	7.276	0.01128
Error	9.25964E+11	3	3.08655E+11	7.276	0.01128
Total	3.39379E+11	8	42422416667		
C.V.	20.796				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	208779.667	3	69593.222	7.539	0.0102
Error	73848.000	8	9231.000		
Total	282627.667	11			
C.V.	9.782				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	1.43E+06	55.471	a
Almidón de yuca	9.25E+05	55.471	ab
Gel de sábila	8.67E+05	55.471	b
Gelatina	7.03E+05	55.471	b

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

**(UFC/cc) Aerobios Totales****Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	1.16089E+12	3	3.86964E+11	5.095	0.029
Error	6.07566E+11	8	75945750000		
Total	1.76846E+12	11			
C.V.	25.123				

**Análisis de varianza ajustado**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Tratamiento	227364.917	3	75788.306	6.092	0.0184
Error	99530.000	8	12441.250		
Total	326894.917	11			
C.V.	10.799				

**Separación de medias según Tukey (P<5)**

Tratamiento	Media	E.E.	Rango
Sin recubrimiento	1.58E+06	64.398	a
Almidón de yuca	1.05E+06	64.398	ab
Gel de sábila	9.13E+05	64.398	b
Gelatina	7.97E+05	64.398	b

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

Anexo 5. Capacidad, dimensiones, y carga calórica de la cámara de refrigeración.

Capacidad	
Peso de la fruta	833.3
Numero de cajas (presentación de 3kg)	277.0
Dimesiones	
Largo (m)	4.8
Ancho (m)	4.4
Altura (m)	2.5
Carga calórica	
Pérdidas en paredes (kJ/días)	34862.8
Pérdidas en aire de remplazo (kJ/días)	39283.2
Pérdidas por motores, luces (kJ/días)	54999.8
Pérdidas por personas (kJ/días)	1772.5
Carga del producto (kJ/día)	32665.6
Total (kJ/días)	163583.8
Total, más el 10% de (kJ/días)	1742.2
Total (kJ/h) (para 18 horas)	9996.8

Fuente: Castro, A. (2014).

Anexo 6. Costo de la cámara de refrigeración para el almacenamiento de las frutas.

Concepto	Precio (\$)	Cantidad	Costo (\$)
Paneles frigoríficos con poliuretano inyectado (m <sup>2</sup> )	37.5	102.3	3836.2
Puerta frigorífica 1m * 2m	1700.0	1.0	1700.0
Unidad condensadora 2HP	800.0	1.0	800.0
Accesorios y controles eléctricos	1275.0	1.0	1275.0
Líneas de tubería	500.0	1.0	500.0
Carga de refrigerante 134 <sup>a</sup> (kg)	25.0	2.0	50.0
Costos de instalación y asesoramiento	800.0	1.0	800.0
<b>Total</b>			<b>9411.2</b>

Fuente: Castro, A. (2014).

Anexo 7. Costo de depreciaciones para la aplicación de recubrimientos comestibles de gelatina, gel de sábila y almidón de yuca, en la papaya.

Concepto	Vida útil (años)	Costo Unitario (\$)	Cant.	Costo total (\$)	Valor anual (\$)	*Valor diario (\$)
<b>Instalaciones</b>						
Área de 200m <sup>2</sup>	20	55000,00	1	55000,00	2750,0	9,48
					Total	9,48
<b>Maquinaria y equipos</b>						
ventilador industrial	10	700,00	4	2800,00	280,0	0,97
Mesa de selección y clasificación	10	500,00	4	2000,00	200,0	0,69
Balanza (800kg)	10	400,00	1	400,00	40,0	0,14
Cámara de refrigeración	10	18822,40	1	18822,40	1882,2	6,49
					Total	8,28
<b>Herramientas</b>						
Tinas de inmersión (lavado y desinfección)	1	80,00	6	480,00	480,0	1,66
Mesas con superficie de malla plástica	1	10,00	8	80,00	80,0	0,28
Gavetas plásticas kaladas	1	5,00	60	300,00	300,0	1,03
					Total	2,97

\*290 Días laborables

Anexo 8. Costo del consumo de la electricidad y agua para la aplicación de recubrimientos comestibles de gelatina, gel de sábila y almidón de yuca, en la papaya.

Concepto	Consumo	Unidad	Cant.	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
<b>Agua</b>					
Lavado de frutos	4	m <sup>3</sup> /día	1	0,80	3,2
Desinfección	3	m <sup>3</sup> /día	1	0,80	2,4
Lavado de mesas, tinas, etc.	1	m <sup>3</sup> /día	1	0,80	0,8
				<b>Total</b>	<b>6,4</b>
<b>Energía eléctrica</b>					
Secado (ventiladores)	1,1	kW/h	8	0,11	1,0
Refrigeración	4,8	kW/h	12	0,11	6,3
				<b>Total</b>	<b>7,3</b>

Anexo 9. Costo de un litro de recubrimiento de gelatina, gel de sábila, y almidón de yuca.

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
<b>Gelatina</b>				
Agua destilada	945,0	cc	0,0009	0,85
Gelatina	30,0	g	0,0145	0,44
CMC	7,5	g	0,0120	0,09
Aceite esencial de naranja	10,0	cc	0,3400	3,40
glicerina	7,5	cc	0,0030	0,02
			<b>Total</b>	<b>4,80</b>
<b>Gel de sábila</b>				
Agua destilada	675,0		0,0009	0,61
Sábila	2,0	u	1,0000	2,00
CMC	7,5	g	0,0120	0,09
Aceite esencial de naranja	10,0	cc	0,3400	3,40
glicerina	7,5	cc	0,0030	0,02
			<b>Total</b>	<b>6,12</b>
<b>Almidón de yuca</b>				
Agua destilada	30,0	cc	0,0009	0,03
Almidón de yuca	945,0	g	0,0015	1,42
CMC	7,5	g	0,0120	0,09
Aceite esencial de naranja	10,0	cc	0,3400	3,40
glicerina	7,5	cc	0,0030	0,02
			<b>Total</b>	<b>4,93</b>

Anexo 10. Fotografías del trabajo experimental.



Lavado y desinfección de las papayas.



Secado de las frutas.



Acondicionamiento del gel de sábila.



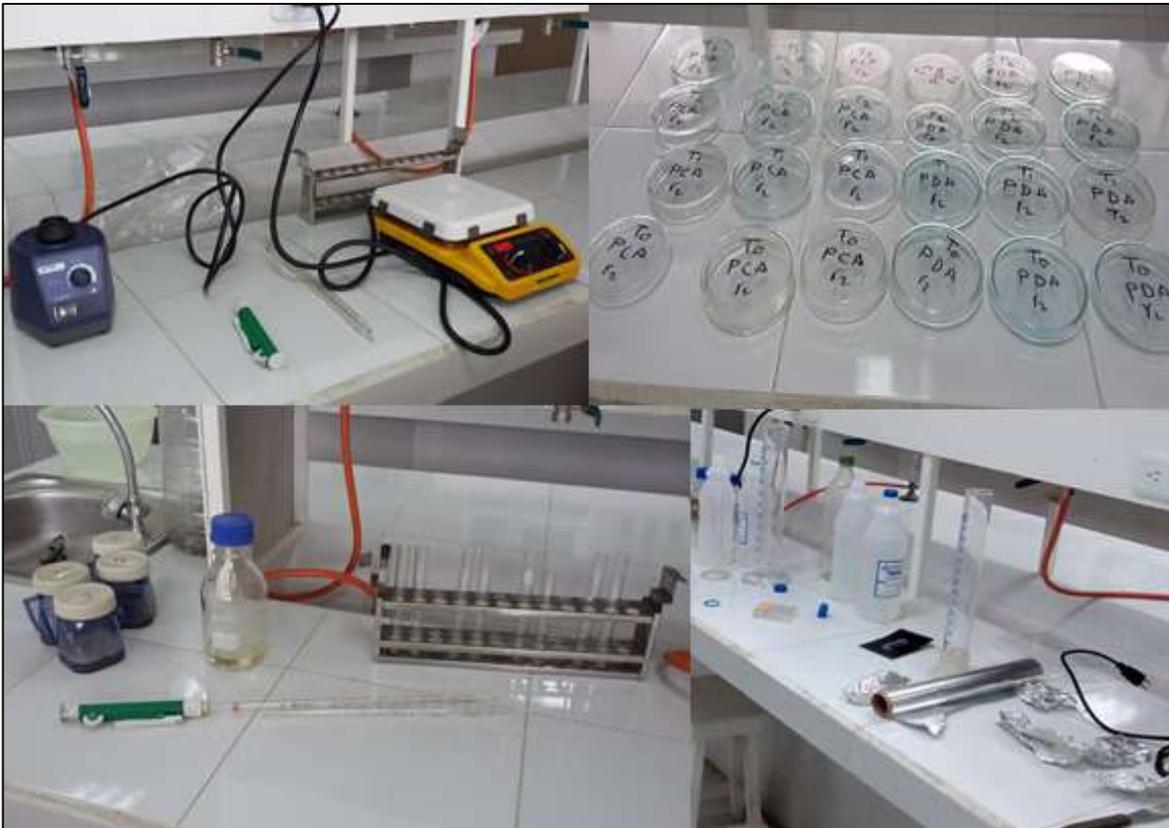
Elaboración de los recubrimientos comestibles.



Almacenamiento de los tratamientos a temperatura ambiente.



Equipos e instrumentos de medición de los parámetros físico químicos.



Equipos y materiales de laboratorio empleados en los análisis microbiológicos.