

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS:

**Conservación de papaya (*carica papaya*) mínimamente procesada
y envasada en atmósfera modificada pasiva**

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. Rossmery RODRIGUEZ TAIPE

ASESOR:

M. Cs. Cronwell Eduardo ALARCÓN MUNDACA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A DIOS fuente de vida y sabiduría

A mis queridos Padres por su paciencia y sacrificio día a día durante mi formación académica, sin el cual no hubiese sido posible culminar mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

- *A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a lo docentes de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, de manera muy especial a los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial que compartieron sus conocimientos y experiencias durante mi etapa de estudiante.*
- *Al Ing. Cronwell ALARCÓN MUNDACA por sus aportes y contribución en este trabajo de investigación*
- *A mi familia, amistades y a todos quienes me apoyaron moralmente para culminar este objetivo, ser profesional.*

RESUMEN

El presente estudio aborda el tema de Conservación de papaya (*carica papaya*) mínimamente procesada y envasada en atmósfera modificada pasiva, hay que tener muy presente que la perecibilidad de un producto cortado, es mayor que el mismo producto entero; debido a que su vida comercial depende de factores intrínsecos y extrínsecos.

El objetivo principal es el estudio del efecto de la aplicación de atmósferas modificadas pasivas en papaya mínimamente procesada sobre la calidad y su vida útil, utilizando material de envase polietileno PEBD1 y PEBD2 de baja densidad, espesores de 40 y 60 μm a temperatura de refrigeración (5°C y 10°C), para evaluar las características fisicoquímicas las cuales son porcentajes de pérdida de peso, °brix, pH, acidez titulable y vitamina C y características sensoriales como color sabor y olor, para así determinar el óptimo que mantenga la calidad y seguridad de la papaya mínimamente procesada y envasada, extendiendo su vida útil mientras se preservan sus propiedades nutricionales y sensoriales, se planteó una metodología experimental, se emplearon tres iteraciones de un plan de muestreo de frutas totalmente aleatorio, el diseño estadístico utilizado fue el diseño de bloques completamente randomizado con arreglo factorial de tres variables (envase, temperatura y tiempo de almacenamiento).

De acuerdo al estudio realizado se concluye que el envasado en atmósfera modificada pasiva de PEBD de 40μ a los 28 días de almacenaje a 5°C de papaya maradol mínimamente procesado presentaron menores pérdidas de peso que fue de 0,28% en tanto el testigo fue de 0,83% en las mismas condiciones, el contenido de sólidos solubles (°brix) aumentó ligeramente en el envasado en atmósfera modificada (PEBD 40μ) a 5°C durante almacenaje (28 días), que pasó de 10,09 a 10,20°brix, mientras que en testigo paso de 10,06 a 10,89 °brix en las mismas condiciones, el valor de pH al final del almacenaje de 28 días en PEBD 40μ a 5°C fue de 5,38, a 10°C de 5,72 y del testigo 5,50; que representó un 6,7%, 10,66% y 7,28% respectivamente, el envase PEBD de 40μ a 5°C a los 28 días de almacenaje presentaron menor degradación de vitamina C que fue de 2,07% en tanto el testigo fue de 2,64% en las mismas condiciones, en el análisis sensorial los panelistas tuvieron una mejor puntuación para el envasado en atmósfera modificada de PEBD 40μ y 60μ a 5°C .

Palabras claves: papaya mínimamente procesada, atmosfera modificada pasiva, envase, temperatura, almacenaje.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I	
INTRODUCCION	
OBJETIVOS	
II	
REVISION DE LITERATURA	
2.1 La papaya (<i>Carica papaya</i>)	4
2.1.1 Generalidades	4
2.1.2 Taxonomía	5
2.1.3 Descripción del producto	6
2.1.4 Criterios de calidad	8
2.1.5 Maduración, cosecha y manipulación	8
2.1.6 Composición química	10
2.1.7 Índice de madurez	11
2.2 Procesamiento mínimo de productos hortofrutícolas	14
2.2.1 Factores que influyen en la calidad de productos mínimamente Procesados	15
2.2.2 Problemas de almacenamiento y vida útil de los productos mínimamente procesados	16
2.3 Atmósfera modificada	17
2.3.1 Modificación pasiva	19
2.3.2 Envasado activo	20
2.3.3 Efectos de la modificación de la atmósfera	20
2.3.4 Efectos del empobrecimiento en O ₂ de la atmósfera de conservación en frutas y hortalizas	23
2.3.5 Efectos del empobrecimiento en CO ₂ de la atmósfera de conservación en frutas y hortalizas	24
2.3.6 Gases utilizados en el envase en atmósfera modificada	25
2.3.7 Importancia del material para el envasado en atmósfera modificada (AM)	28
2.4 Envases de material plástico	31
2.4.1 Generalidades	31

2.4.2	Permeabilidad de los envases plásticos	32
2.4.3	Funciones del envase plástico	33
2.4.4	Envasado en atmósferas modificadas de productos Hortofrutícolas	35
2.5	Polietileno (PE)	36
2.6	Polipropileno (PP)	37
2.7	Policloruro de vinilo	38
III	MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1	Materiales	40
3.1.1	Materia prima	40
3.1.2	Materiales de envase	41
3.1.3	Reactivos	41
3.1.4	Materiales de laboratorio y otros	41
3.2	Equipos e instrumentos	42
3.3	Metodología experimental	42
3.3.1	Muestreo, caracterización física y fisicoquímica de la materia Prima	42
3.3.2	Métodos de análisis en las muestras	43
3.3.3	Diseño metodológico para el acondicionamiento de papaya mínimamente procesado en atmosfera modificada pasiva	45
3.4	Evaluación sensorial	48
3.5	Planeamiento experimental	49
3.6	Diseño estadístico	50
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1	Características físicas de la papaya Maradol	53
4.2	Características fisicoquímicas de la papaya Maradol	54
4.3	Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en la pérdida de peso de papaya Maradol mínimamente procesado	56
4.4	Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en sólidos solubles (°brix) de papaya Maradol mínimamente procesado	63
4.5	Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva,	

	temperatura y tiempo de almacenaje en el valor de pH de papaya Maradol mínimamente procesado	69
4.6	Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en la acidez titulable de papaya Maradol mínimamente procesado	74
4.7	Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en la vitamina C de papaya Maradol mínimamente procesado	79
4.8	Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en el atributo color de papaya Maradol mínimamente procesado	84
4.9	Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en el atributo sabor de papaya Maradol mínimamente procesado	87
4.10	Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en el atributo olor de papaya Maradol mínimamente procesado	

V CONCLUSIONES

VI RECOMENDACIONES

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

I. INTRODUCCIÓN

La papaya, también conocida como *Carica papaya*, es una fruta muy apreciada en todo el mundo debido a su color distintivo, sabor sabroso y cualidades nutricionales superiores, especialmente como fuente de vitaminas C y A. Cuando la fruta alcanza los niveles necesarios de jugosidad y aroma para ser categorizada como madura, los compuestos que se han acumulado durante el desarrollo cambian gradualmente. (Alimentos.org.es/papaya).

La aplicación de tecnologías poscosecha que permitan mantener la calidad durante más tiempo es crucial, ya que los mercados son cada vez más exigentes con la calidad de los productos hortofrutícolas frescos. Las pérdidas poscosecha incluyen las derivadas de factores mecánicos, biológicos y microbiológicos, así como las de carácter técnico. (Ma *et al.*, 2009).

La gestión de las condiciones de manipulación y almacenamiento es la principal estrategia para reducir estas pérdidas poscosecha. La temperatura es el componente más importante, ya que influye en la tasa de degradación poscosecha. El desarrollo microbiano se ve afectado negativamente por las bajas temperaturas, algo que siempre hay que tener en cuenta en los sistemas poscosecha. (Artés y Allende, 2005).

La técnica de la atmósfera modificada se ha generalizado gracias a los avances en áreas relacionadas con la gestión de la atmósfera y las películas de plástico con distintas permeabilidades a los gases (Pinto *et al.*, 2006).

La cantidad de vapor de agua presente en el aire que rodea al producto es un

factor crucial. Las pérdidas de agua de frutas y verduras se reducen si la humedad relativa se mantiene entre el 85 y el 90% (Wills et al., 2004).

La incidencia de problemas fisiológicos, cambios microbiológicos y deterioro químico -que afectan a las propiedades organolépticas y al valor de mercado del producto envasado- disminuye cuando se utilizan atmósferas modificadas. Al tratarse de una fruta climatérica, propensa a sufrir daños fisiológicos y que emite poco gas etileno, puede conservarse utilizando una atmósfera modificada. (Mónaco, 2005).

En este estudio se pretende investigar las mejores condiciones favorables para conservar el fruto de papaya en atmósfera modificada, utilizando material de envase polietileno de baja densidad (Ziplock) codificado, PEBD1 (Polietileno de baja densidad 1) y PEBD2 (Polietileno de baja densidad 2), espesores de 40 y 60 micras respectivamente.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Estudiar el efecto de la aplicación de atmósferas modificadas pasivas en papaya mínimamente procesada sobre la calidad y su vida útil.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el comportamiento de la papaya mínimamente procesada envasada en atmósfera modificada pasiva, utilizando material de envase polietileno PEBD1 y PEBD2 de baja densidad, permeables espesores de 40 y 60 μm a temperatura de refrigeración (5°C y 10°C).
- Evaluar las características fisicoquímicas de la papaya mínimamente procesada envasadas en atmósfera modificadas pasivas tales como: porcentajes de pérdida de peso, °brix, pH, acidez titulable y vitamina C
- Evaluar las características sensoriales de la papaya mínimamente procesada envasadas en atmósfera modificadas pasivas tales como: color, sabor y olor.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 La papaya

2.1.1 Generalidades

La demanda de papaya (*Carica papaya*) por parte de los consumidores por su sabor, beneficios nutricionales y cualidades medicinales ha provocado un auge mundial del cultivo de papaya en los últimos años. Los agricultores pueden ganarse la vida con este cultivo a los seis meses del trasplante, lo que lo convierte en uno de los árboles frutales más tempranos. Los proyectos de inversión social también ven en esta planta una fuente alternativa de alimentos rentable, una forma de diversificar sus explotaciones y una fuente de empleo. (García, 2010).

Según la FAO, en el año 2008 se cultivaron alrededor de 411 167 ha, con una producción de 10 104 917 toneladas. El principal productor es la India, seguido de Brasil (García, 2010).

El comportamiento de la producción en los últimos años, según datos de la FAO, ha sido ascendente, muy acelerado entre 1998 y el 2005, posteriormente la tasa de crecimiento ha disminuido, principalmente por los problemas de plagas, enfermedades y el clima (García, 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 La FAO calcula que en 2008 se cultivaron 411 167 hectáreas, con una producción de 10 104 917 toneladas. India es el principal productor, seguido de Brasil (García, 2010).

Según datos de la FAO, la tendencia de la producción en los últimos años ha sido ascendente y significativamente rápida entre 1998 y 2005, tras lo cual la tasa de crecimiento ha descendido, principalmente como consecuencia de problemas con enfermedades, plagas y el clima (García, 2010).

La papaya se registró por primera vez por escrito en la «Historia Natural y General de las Indias» de Oviedo. En una carta a su soberano fechada aproximadamente en 1535, Oviedo afirmaba haber observado el crecimiento de la planta en el sur de México y Centroamérica (Mendoza, 2005).

Se extendió rápidamente por Sudamérica y las Antillas en los primeros tiempos de la conquista. Los navegantes españoles y portugueses la llevaron a Filipinas, Malasia, el sur de China, Ceilán y Hawái a finales del siglo XIV y principios del XV. Hoy se cultiva en gran parte de las zonas tropicales y subtropicales. Aproximadamente la mitad de la producción mundial se centra ahora en Brasil, México y la India. (García, 2010)

2.1.2 Taxonomía y morfología

Sólo hay cuatro géneros en la familia Caricacea: *Cylicomorpha* se encuentra en África ecuatorial, mientras que *Carica*, *Jacoratia* y *Jarilla* se encuentran en América tropical. Al género *Carica* pertenecen unas 21 especies de plantas, la más significativa de las cuales es la *Carica papaya*, que se clasifica según la siguiente taxonomía y se utiliza como alimento para el ser humano.: (García, 2010)

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>
Genero	:	<i>Carica</i>
Especie	:	<i>Papaya</i>

Fuente: (García, 2010)

2.1.3 Descripción del producto

Tanto desde el punto de vista organoléptico como nutricional, la papaya está considerada una fruta sorprendente. Destaca en su composición su alta concentración de vitaminas A y C. Además, tiene fibra, lo que facilita un mejor tránsito intestinal. Por su bajo contenido en proteínas y grasas, esta fruta es muy recomendable para quienes tienen problemas circulatorios. Esta fruta es un excelente digestivo porque incluye la enzima digestiva papaína, que ayuda en la descomposición de las proteínas. Además, se aísla la carpaína, un alcaloide que se utiliza como activador cardíaco. La papaya se consume sobre todo cruda, aunque también puede hacerse puré y utilizarse para batidos, mermeladas y jarabes. Las papayas se comercializan en distintos tonos de piel, del amarillo al naranja. Su pulpa puede variar de un tono anaranjado a casi rojo.

(www.agrolanzarote.com/papaya).

El fruto de la papaya es una baya ovoide que puede tener forma casi esférica, rectangular o periforme. Posee un hueco cuyo tamaño varía entre menos de la mitad del diámetro del fruto. En este hueco se encuentran las semillas, que pueden ser muy abundantes o prácticamente inexistentes. La pulpa tiene un sabor agradable y dulce, y es de color amarillo anaranjado o rojizo. También es succulenta y aromática (Figura 1). El látex del fruto inmaduro contiene la enzima proteolítica papaína, que se utiliza en la industria, la medicina y para ablandar alimentos y clarificar bebidas. (Santamaría *et al.*, 2009).

Figura 1

Frutos de papaya. Formas, color de la pulpa, contenido de semillas y tamaño de la cavidad del fruto.



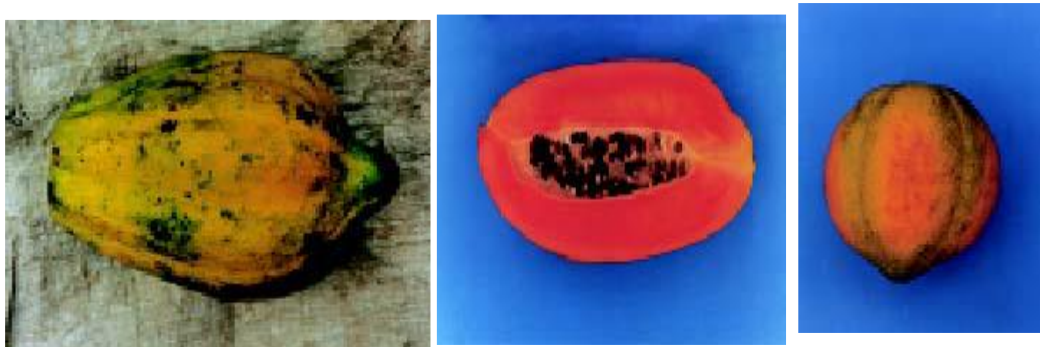
Fuente: Santamaría *et al.*, (2009)

2.1.4 Criterios de calidad

El aspecto general y el estado higiénico de la papaya determinan su calidad. La fruta debe estar libre de defectos y daños que puedan considerarse insalubres y no aptas para el uso comercial. Su madurez debe ser tal que satisfaga las necesidades del cliente y pueda promocionarse en el momento oportuno. Cuando una papaya se destina a la exportación, debe cumplir las normas de calidad y sanidad del país importador, además de las de envasado y presentación. (Santamaría *et al.*, 2009).

Figura 2:

A. Frutos de papaya amarilla; **B.** Papaya Maradol, con pulpa de color rojizo.



Fuente: Santamaría *et al.*, (2009)

2.1.5 Maduración, cosecha y manipulación.

La fruta madura es rica en vitamina A y tiene cantidades suficientes de vitaminas B1, B2 y C. También tiene aproximadamente un 85% de agua, un 10-13% de hidratos de carbono y un 0,6% de proteínas. Como las papayas son frutas clima **A** as, su proceso de maduraci **B** ontinúa incluso después de la cosecha, lo que se traduce en una elevada frecuencia respiratoria y la producción de niveles considerables de etileno. Cuando se recolecta muy joven, la fruta no madura. La manipulación de la fruta después de la recolección requiere extrema precaución porque es propensa a sufrir daños físicos y degradación general. (Arias, 2000).

Cuando los frutos empiezan a perder el tono verde del ápice y se ablandan, están listos para la cosecha. Cuatro o cinco días después de la recolección, los frutos alcanzarán la madurez y se volverán amarillos (INFOAGRO, 2014).

El tratamiento térmico, que consiste en tratar con agua caliente a 49 oC durante 15 minutos para prevenir infecciones fúngicas y luego bajar la temperatura con un baño de agua fría para prolongar temporalmente el plazo de almacenamiento, es una técnica poscosecha muy popular (Flores, 2000).

La papaya es una fruta tropical que puede enfriarse con facilidad. La maduración inadecuada se observa a 7°C o menos. A esto le sigue un pobre desarrollo del color en la pulpa y la piel, el desarrollo de tejidos blandos y acuosos con picaduras, un aumento del desarrollo pobre y una disminución de la reducción de azúcar (Pinto, 2006).

Estos frutos son extremadamente frágiles y propensos a magulladuras debido a su fina piel. Por ello, para su comercialización y transporte, deben envasarse con

acolchado por todos los lados y envolverse individualmente. Deben almacenarse entre 10 y 12 oC durante breves periodos de tiempo (INFOAGRO, 2014).

2.1.6 Composición química

El color, el sabor, la succulencia y el aroma distintivo de la papaya influyen en su sabor. La fruta papaya tiene un importante valor nutritivo. Según Aguirre y Fernández (2009), la composición media de la papaya se muestra en la Tabla 1, donde 100 g de pulpa contienen cantidades variadas de vitamina B, 33-55 mg de vitamina C, y 2000-3000 unidades de vitamina A.

Según la especie y el medio de cultivo, las papayas tienen cantidades variables de azúcar. Las papayas maduras contienen un 48,3% de sacarosa, un 29,8% de glucosa y un 21,9% de fructosa en peso (Pinto, 2006).

La pulpa de papaya tiene un pH que oscila entre 5,5 y 5,9. Contiene unas 106 sustancias químicas volátiles. El principal componente que confiere a las papayas frescas su olor característico es el linalol. El isotiocianato de bencilo, de sabor ligeramente picante, es otro ingrediente importante. También se descubrió que la papaya contiene ácidos butínico, hexanoico y octanoico, junto con sus ésteres metílicos, que se identificaron como otras sustancias químicas de sabor desagradable. En otras publicaciones se enumeran dieciocho sustancias químicas diferentes, de las cuales se descubrió que el butanoato de metilo era la causa del débil aroma de algunas papayas. Numerosas enzimas que se encuentran en la papaya son cruciales para la estabilidad y la calidad de los productos de papaya procesados. La papaína, la invertasa, la estearasa, la poligalacturonasa, la miorinasa y la fosfatasa ácida son algunas de estas enzimas. (Santamaría *et al.*, 2009)

Tabla 1*Composición química del fruto de la papaya*

Componentes por porción comestible de 100 g.	
Calorías	23.10 – 25.80 Kcal
Humedad	85.90 – 92.60 g
Proteínas	0.081 – 0.34 g
Grasas	0.05 – 0.96 g
Hidratos de carbono	6.17 – 6.75 g
Fibra Cruda	0.51 – 1.30 g
Cenizas	0.31 – 0.66 g
Calcio	12.90 – 40.80 mg
Hierro	0.25 – 0.78 mg
Potasio	183.0 mg
Sodio	4.0 mg
Fósforo	12.0 mg

Fuente: Santamaría *et al.*, (2009)

2.1.7 Índice de madurez

Las papayas se recolectan respetando la distancia al mercado y el color de la piel. El estado verde-maduro de la fruta es cuando se puede recolectar. En este punto de su crecimiento, la fruta ha alcanzado todo su potencial. La piel es firme, de color verde claro, y está firmemente unida a la pulpa, cuyo color varía del blanco al ligeramente amarillo o rojizo según el tipo. Las semillas también se vuelven negras, ya que han alcanzado un estado fisiológico de madurez.

Las papayas suelen recolectarse en la fase «pinto» (piel de color verde claro con un ligero desarrollo de color amarillo en el extremo de inserción de la flor; menos de 1/4 de la superficie del fruto) para preparar los envíos de exportación. (Arias, 2000).

La pulpa adquiere un color más intenso, más suave y más fragante a medida que se intensifica el tono de la piel. La fruta alcanza la fase de sobremaduración y empieza a deteriorarse cuando toda su superficie es amarilla con pequeñas manchas marrones. La fruta con un valor brix de 10°-11,5% y hasta un 40% de desarrollo del color en la superficie puede considerarse para envíos aéreos con destino a la exportación. Aunque la recolección en la fase verde-madura garantiza una mayor vida útil del producto tras la cosecha, utilizar este índice de madurez en

la práctica es todo un reto debido a las dificultades para distinguir entre fruta verde-madura y fruta inmadura. (Arias, 2000).

Cuando los frutos se recogen demasiado pronto, a menudo no maduran después, no desarrollan un dulzor y un aroma típicos, se deshidratan rápidamente y tienen mal aspecto, todo lo cual reduce su valor económico.

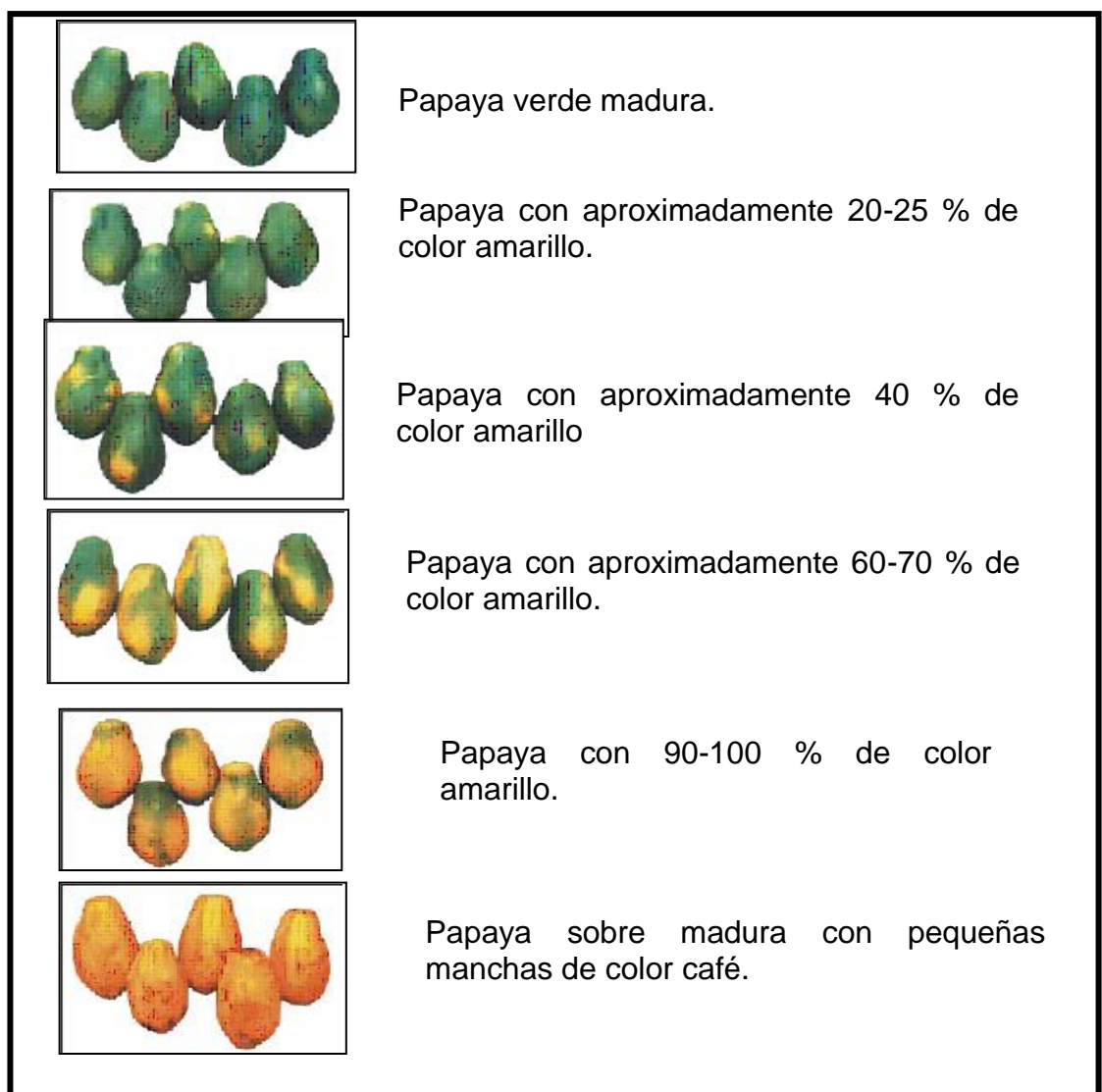
Los frutos más maduros (amarillos 1/4, 1/2 y 3/4) sólo pueden venderse en el mercado nacional y tienen una vida posrecolección más corta.

Además del color, la textura y la concentración de sólidos solubles (mínimo 11,5%) son otros indicadores de madurez.

Dado que los valores de estos índices pueden variar en función del cultivo y de las condiciones ambientales, se aconseja calcularlos para los tipos cultivados en la zona. (Arias, 2000).

Figura 3

Frutos de papaya con diferentes grados de madurez.



2.2 Procesamiento mínimo de productos hortofrutícolas

La nomenclatura utilizada para describir los alimentos mínimamente procesados ha evolucionado hacia una idea algo más amplia (Artés y Allende, 2005).

Esta idea se asoció primero a la carne fresca y los productos cárnicos, y se definía por los tejidos vivos presentes. La fabricación de frutas y verduras mínimamente procesadas comenzó hace aproximadamente treinta años, sobre todo por parte de empresas de comida rápida y catering en respuesta a la necesidad del mercado. Four range products (4ème Game) son los términos utilizados en los países francófonos, mientras que ready to eat (listo para comer o listo para usar) o minimally processed (mínimamente procesado; ligeramente procesado) son los términos utilizados en los países anglófonos (Vitti et al., 2010).

Los alimentos con poco o ningún procesamiento ofrecen los siguientes beneficios: reducción de la cantidad de tiempo necesario para preparar las comidas; consistencia y uniformidad en la calidad del producto durante todo el año; accesibilidad a alimentos saludables; simplicidad de almacenamiento debido a que las porciones requieren menos espacio; disminución de la manipulación, mejorando la higiene y el saneamiento del producto; uso completo del producto, o pérdida cero; potencial para comprobar la calidad del producto a la recepción y antes de su uso (Escobar et al., 2014).

Dado que uno de los objetivos de los alimentos mínimamente procesados es mantener la frescura y la calidad «viva» del producto, sólo se permite un número limitado de tratamientos. El objetivo final es aumentar la vida útil del producto. Según Baco et al. (2009), los dos métodos más empleados son la conservación a baja temperatura y las atmósferas modificadas o reguladas.

2.2.1 Factores que influyen en la calidad de productos mínimamente procesados

Los productos hortofrutícolas, cuando están intactos, son seguros para el consumo debido a que su corteza superficial es una barrera física y química eficaz contra la mayoría microorganismos. Por otro lado, la acidez de la pulpa detiene el crecimiento microbiano en caso de que la corteza esté dañada. La mayor parte de la microflora de las verduras está formada por organismos del suelo. Las bacterias pertenecientes a los géneros *Erwinia* y *Pseudomonas*, junto con otra flora típica de deterioro, suelen poseer una ventaja competitiva sobre otros organismos potencialmente peligrosos para el ser humano. (Vitti et al., 2010).

Las frutas y hortalizas poco o nada procesadas suelen presentar tejidos dañados o sometidos a situaciones de estrés. El aumento de la tasa de respiración, la generación de etileno, los procesos de pardeamiento oxidativo, la oxidación de lípidos y la pérdida de agua son indicativos de este estado. Además, el corte produce un exudado que proporciona un entorno ideal para el crecimiento de gérmenes y hongos. Estas reacciones fisiológicas se encuentran entre los problemas más importantes de la transformación mínima, y plantean la posibilidad de contaminación por patógenos junto con la manipulación del producto durante el procesado. (Vitti *et al.*, 2010).

Garantizar un saneamiento adecuado y el control de la temperatura a lo largo de la cadena de producción son los principales medios para controlar el desarrollo microbiano en los productos mínimamente procesados. Los protocolos estándar incluyen la desinfección del equipo y el uso de agua clorada. Aunque las bajas temperaturas antes y después del tratamiento normalmente ralentizan el desarrollo de microorganismos, también pueden servir como sustrato de crecimiento ideal para organismos psicrótrofos como las pseudomonas. Además, un exceso de humedad favorece el crecimiento de microorganismos, por lo que centrifugar el agua de lavado y desinfección es un paso crucial del procedimiento (Sánchez, 2010).

Otra manera de asegurar la calidad de estos productos es la adopción de atmósfera modificada y el uso de la permeabilidad de la película adecuada de envases, que es capaz de modificar la humedad y la composición de la atmósfera alrededor de los productos procesados, cambiando su perfil microbiológico (Brasil *et al.*, 20012).

2.2.2 Problemas de almacenamiento y vida útil de los productos mínimamente procesados

Hay que tener muy presente que la perecibilidad de un producto cortado, es mayor que el mismo producto entero; debido a que su vida comercial depende de factores intrínsecos y extrínsecos.

En primer lugar, entre los componentes intrínsecos, la actividad respiratoria y la emisión de etileno son especialmente importantes, ya que determinan la vida útil; por lo tanto, es esencial ralentizar ambos procesos utilizando bajas temperaturas y atmósferas modificadas. Cuanto mayor sea la respiración y la generación de etileno, menor será la vida útil. En segundo lugar, la acidez es especialmente

importante porque, aunque pueden prosperar especies fúngicas y bacterias acidófilas, el desarrollo bacteriano está normalmente limitado a valores de pH inferiores a 4,5 (típico de las frutas) (Artés y Allende, 2005).

El grado de madurez, la cuidadosa manipulación y procesado (desgarros en los cortes, tamaño del corte, higiene estricta y sistemática, temperatura adecuada) y la selección de envases con el nivel de permeabilidad selectiva adecuado para el producto son los factores extrínsecos que destacan por su importancia (Brasil et al., 2012).

2.3 Atmósfera modificada

Los dos métodos más populares son el envasado en atmósferas modificadas (AM) y el almacenamiento en atmósferas controladas (AC), ambos requieren que la composición gaseosa de la atmósfera que rodea a un vegetal sea rica en O₂ y pobre en CO₂. Esto se debe a que la mayoría de los alimentos se deterioran debido a reacciones oxidativas, que pueden ser causadas por insectos aeróbicos, microorganismos patógenos o alterantes en desarrollo, el metabolismo celular del producto o la actividad enzimática que utiliza el oxígeno como sustrato (Bico et al., 2009).

Para prolongar la vida útil de los productos alimentarios, la técnica de conservación en atmósfera modificada consiste en envasarlos en materiales que actúan como barrera a la difusión de gases. Esto reduce el grado de respiración, inhibe el crecimiento microbiano y retrasa el deterioro enzimático. Dependiendo de las especificaciones del alimento que se vaya a envasar, puede ser necesario un entorno con alto contenido en CO₂ y bajo en O₂. Esto ralentizará el proceso de respiración de los productos y prolongará la conservación de sus cualidades fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas (Escobar et al., 2012).

En cuanto se envasa una hortaliza, la respiración hace que la concentración interna de O₂ empiece a descender, mientras que la concentración de CO₂, agua y etileno (en el caso de las frutas climatéricas) aumenta. Se pueden alcanzar condiciones anaeróbicas si la película no es lo suficientemente permeable, lo que lleva a la creación de etanol, acetaldehído u otros compuestos orgánicos relacionados con olores y cualidades desagradables. Los productos frescos deben almacenarse con al menos un 5% de oxígeno, ya que la mayoría de ellos son sensibles a las condiciones anaeróbicas (Bico et al., 2012).

Dado que el envase actúa como una barrera semipermeable y que el metabolismo del producto altera las condiciones gaseosas iniciales de su entorno inmediato, las atmósferas modificadas (MAP) pueden definirse como una técnica que consiste en conservar frutas y hortalizas, enteras o cortadas, bajo películas con una permeabilidad definida. En otras palabras, la atmósfera depende de un equilibrio dinámico entre el metabolismo de la fruta y la permeabilidad de la película utilizada. (Escobar *et al.*, 2014).

2.3.1 Modificación pasiva

Las frutas y hortalizas frescas siguen realizando actividades metabólicas después de la recolección, consumiendo oxígeno y liberando dióxido de carbono y vapor de agua. La permeabilidad del film y la respiración tienen el efecto pasivo de cambiar el entorno que rodea al producto. Dos procesos ocurren simultáneamente cuando se envasan los alimentos frescos: el producto respira y los gases se filtran a través de la película de plástico. Se puede conseguir un AM adecuado para el producto si el ritmo de consumo de O₂ y de producción de dióxido de carbono va seguido de un buen intercambio gaseoso de la película. (Bico *et al.*, 2009)

Las necesidades y la permeabilidad del producto vegetal, que son función de la temperatura y la humedad relativa de almacenamiento, determinan cuándo se alcanza el equilibrio. Una vez alcanzado el equilibrio, pueden alcanzarse concentraciones en torno al producto de entre el 2-5% de O₂ y el 3-8% de CO₂. Se ha demostrado que estas concentraciones son útiles para prolongar la vida útil de diversas frutas y hortalizas al posponer los procesos de senescencia y maduración, incluido el pardeamiento enzimático, el ablandamiento y el alivio de los síntomas asociados al daño por frío y la degradación de la clorofila. (Bico *et al.*, 2009).

2.3.2 Envasado activo

Se refiere a un sistema coordinado de alimentos, envases y medio ambiente que trabaja para proteger los alimentos de los cambios físicos, químicos, enzimáticos y microbiológicos, al tiempo que mejora su salubridad y calidad a través de interacciones positivas entre el alimento y el envase. De ser sólo un recipiente que sirve de barrera pasiva entre el alimento y el medio ambiente, el envase contribuye ahora activamente a la conservación e incluso a la mejora de la calidad final del alimento. Compensa las deficiencias en la conservación de los alimentos alterando tanto sus características y/o composición (liberando sustancias que mejoran el

alimento o que absorben o retienen componentes indeseables) como la atmósfera (emitiendo o reteniendo gases y vapores). (Ospina y Cartagena, 2008)

Los agentes se incluyen en el envase para reaccionar, liberar o mantener un componente particular cuya presencia o ausencia es esencial para preservar la calidad del producto envasado. Para controlar los distintos agentes de deterioro, existen tipos comerciales de envases activos que pueden utilizarse para absorber o secuestrar O₂, absorber CO₂, generar etileno o etanol, añadir conservantes químicos autorizados, regular la humedad, actuar como agentes antivaho, liberar antioxidantes, absorber o liberar esencias y olores, etc. (Ospina y Cartagena, 2008).

2.3.3 Efectos de la modificación de la atmósfera

Las ventajas e inconvenientes de la técnica varían en función del producto, la variedad de cultivo, el estado fisiológico, la composición de la atmósfera, la temperatura, la humedad relativa (HR) y la duración del almacenamiento. Esto ayuda a explicar por qué se pueden obtener resultados diferentes para el mismo producto cuando se utiliza correctamente, ya que esta técnica suele dar mejores resultados que la refrigeración tradicional en una atmósfera de aire. Los productos deben almacenarse en condiciones ideales de temperatura, humedad relativa y composición de la atmósfera en O₂, CO₂ y C₂H₄, sin sobrepasar los límites de tolerancia de niveles bajos de O₂ y altos de CO₂, que indican riesgos desfavorables, para obtener los beneficios deseados de la AM. (Ospina y Cartagena, 2008)

Mediante el envasado y un sistema de atmósfera modificada, la mayoría de los factores de alteración de los alimentos pueden reducirse, si no inhibirse por completo. Esto ayuda a prevenir, posponer o minimizar las reacciones químicas, enzimáticas y microbianas que conducen a la degradación de los alimentos durante el tiempo de almacenamiento. (Ospina y Cartagena, 2008).

Entre las ventajas de la AM se encuentran las siguientes:

- Reducen la frecuencia respiratoria.
- Minimizan o impiden la síntesis de etileno.
- Previenen el proceso de maduración.
- Previenen el ablandamiento (actividad de pectinestearasa y poligalacturonasa).
- Posponer las pérdidas de textura.
- Limitar los cambios de composición (biosíntesis de carotenos, desarrollo de antocianinas, degradación de la clorofila, pérdida de acidez y azúcares, prevención del enranciamiento y pardeamiento enzimático mitigando los

cambios fisiológicos y los daños por frío, retención del color y protección vitamínica en los productos frescos). (Pinto *et al.*, 2006)

El envasado en AM tiene las siguientes ventajas:

- ✓ Disminuye el ritmo al que se deteriora el órgano vegetal.
- ✓ Alarga la vida útil y mantiene ocasionalmente la calidad de frutas y verduras.
- ✓ Retrasa el crecimiento de bacterias.
- ✓ No deja residuos sobre el producto tratado.
- ✓ Reduce la cantidad de conservantes y aditivos utilizados.
- ✓ Durante la comercialización se conservan las propiedades organolépticas.
- ✓ Evita combinaciones de olores en el lugar de almacenamiento.
- ✓ Visibilidad mejorada en toda el área, imagen clara del producto y mejor presentación.
- ✓ No genera problemas ambientales.
- ✓ Puede impulsar las ventas del producto.
- ✓ Disminución del desperdicio en el sector minorista. (Pinto *et al.*, 2006).

Además, la conservación en atmósfera modifica evita el marchitamiento y sus efectos asociados, así como la sensibilización de los productos a los daños mecánicos y al C_2H_4 cuando las concentraciones de O_2 son inferiores al 8% y/o las de CO_2 superiores al 1-2% y con ello se retrasa la senescencia.

El costo de los gases y los materiales de embalaje, la necesidad de invertir en equipos de envasado de gases y el hecho de que las ventajas del envasado se pierden cuando se abre o perfora el contenedor son algunas de las desventajas del uso de atmósfera modificada. Se ha señalado como efecto negativo el hecho de que concentraciones de O_2 entre el 1 y el 2% (punto de extinción de la fermentación, varía según el producto) puedan provocar una respiración anoxigénica, lo que degrada la calidad de las conservas vegetales, aunque normalmente no han sido eficaces. (Ospina y Cartagena, 2008).

2.3.4 Efectos del empobrecimiento en O_2 de la atmósfera de conservación en frutas y hortalizas

Favorables

- ✓ El cese de la respiración y la liberación de calor durante el proceso.
- ✓ Un aumento en la duración de la conservación en algunas circunstancias.
- ✓ Poner fin a la degradación y maduración de la clorofila.

- ✓ disminuyendo la velocidad a la que se metabolizan los carbohidratos, proteínas, grasas, ácidos, vitaminas, pectinas, etc.
- ✓ Disminución de la producción de compuestos aromáticos y C₂H₄.
- ✓ Reducción de cierta senescencia y daño físico (quemador suave).
- ✓ Disminución de varias modificaciones fúngicas en frutos de pepita.
- ✓ Hay un crecimiento reducido de algunos géneros de hongos alterados en dosis muy bajas. (Artes y Allende, 2005)

Desfavorables (por debajo del límite inferior tolerable)

- ✓ Desarrollo atípico;
- ✓ Fermentación personal que produce modificación del sabor y la fragancia;
- ✓ Sensibilidad del tejido a traumatismos externos y niveles elevados de CO₂ que conducen a la formación de decoloración externa e interna, incluido el oscurecimiento del corazón. Creación de picaduras (depresiones) en la epidermis. En los tejidos, necrosis.
- ✓ Cambios fúngicos que se desarrollan en heridas causadas por tejidos dañados. (Artes y Allende, 2005).
- ✓

2.3.5 Efectos del empobrecimiento en CO₂ de la atmósfera de conservación en frutas y hortalizas

Favorables

- ✓ El cese de la respiración y la liberación de calor durante el proceso.
- ✓ Pon fin a la sudoración.
- ✓ Un aumento en la duración de la conservación en algunas circunstancias.
- ✓ Disminuir o incluso detener la producción de C₂H₄, retrasando la fase climatérica.
- ✓ Retrasar los procesos de maduración implica ralentizar el metabolismo de muchos nutrientes, incluidos los carbohidratos, las proteínas, los lípidos, los ácidos, las vitaminas y la clorofila.
- ✓ Hay una modesta disminución en el desarrollo de ciertas bacterias, insectos y hongos en concentraciones superiores al 15%.. (Pinto *et al.*, 2006).

Desfavorables (por debajo del límite inferior tolerable)

- ✓ Desarrollo atípico. □ Síntesis de acetaldehídos, etanol y otras sustancias.
- ✓ Calor inusual (degradación de antocianinas).
- ✓ Formación de ciertas alteraciones, como una mancha marrón en la lechuga.

- ✓ Los tejidos que son susceptibles a daños físicos incluyen el oscurecimiento por dentro y por fuera, quemaduras, corazones marrones y necrosis del tejido. formación de cavernas. decoloración de la pulpa. creación de una textura harinosa. debilitamiento, pérdida de textura y apariencia húmeda. cambios fúngicos secundarios que surgen en los tejidos lesionados. (Artes y Allende, 2005)

2.3.6 Gases utilizados en el envase en atmósfera modificada

El envasado de alimentos frescos en la mañana implica reemplazar el aire circundante en el contenedor con una mezcla de gases en una proporción diferente a la del aire, que tiene una composición similar al aire seco al nivel del mar. (Ghidelli, 2012).

Tabla 2

Composición gaseosa del aire seco a nivel del mar

Gas	Concentración (%)
CO ₂	0,03
O ₂	20,99
N ₂	78,03
Ar	0,94
H ₂	0,01

Fuente: Ghidelli, (2012).

Tabla 3*Gases más utilizados en el envasado en atmósfera modificada*

	N₂	CO₂	O₂
Propiedades físicas	Inerte, insípido, insoluble	Inerte, inodoro, ligero sabor ácido, soluble en agua y grasa.	Comburente, insípido e inodoro.
Ventajas	Desplazamiento de O ₂ . Inhibición de aerobios. Evita oxidación de las grasas	Bacteriostático. Fungistático. Insecticida	Oxigena carnes rojas. Inhibe anaerobios. Sostiene metabolismos vegetales.
Desventajas		Solubilidad en agua y grasa.	Oxidación de grasas.

Fuente: Ghidelli, (2012).

La combinación de los gases dependerá fundamentalmente de:

- Antes de comenzar a envasar un nuevo producto con gases, es importante probar el tipo de producto (contenido de humedad y grasa, propiedades microbiológicas, intensidad de la respiración y requisitos de estabilización del color).
- Debido a que el espacio de cabeza sirve como depósito de CO₂, ayuda a retener el gas que se escapa de la bolsa o es absorbido por los alimentos. Este espacio de cabeza debe ser suficiente para permitir la incorporación de gas en una cantidad que reaccione con el producto. En general, el espacio libre que se suministrará aumentará con la duración de la vida útil prevista del producto.
- Material de envase.
- Temperatura de almacenamiento

Considerando las circunstancias mencionadas anteriormente, se puede decir que para cada gas, las concentraciones relativas varían en lugar de permanecer constantes en un producto envasado y refrigerado. En general, las concentraciones de CO₂ y O₂ aumentan y disminuyen, respectivamente. (Dayron *et al.*, 2006).

2.3.7 Importancia del material para el envasado en atmósfera modificada (AM)

Para prevenir riesgos y daños por oxidación, pérdida de color, desecación, crecimiento de masa microbiológica y otros contaminantes en el empaque de frutas y verduras, así como para protegerlo de gases y olores, las cualidades del empaque son cruciales.

La cantidad de tiempo que desea que la fruta o verdura permanezca envuelta y la temperatura del lugar de almacenamiento influyen en el tipo de película o embalaje que utilice. Al elegir materiales para el envasado de AM de frutas y verduras, es fundamental tener en cuenta los siguientes factores: permeabilidad al gas, tasa de transmisión de vapor de agua, cualidades mecánicas, tipo de envasado, transparencia, confiabilidad de la soldadura y adaptabilidad del proceso de microondas. (Escobar *et al.*, 2014).

Después de ser arrancadas, las frutas y verduras frescas continúan respirando, por lo que cualquier envase adicional debe tener en cuenta esta actividad respiratoria. Cuando los productos frescos se guardan en un recipiente bien cerrado, los resultados naturales del desarrollo de la respiración son la reducción de O₂ y el enriquecimiento de CO₂. La intensidad respiratoria del material vegetal disminuye como consecuencia de estas modificaciones en la composición de la atmósfera. (Sánchez, 2010).

Las concentraciones de O₂ dentro del paquete pueden caer a niveles extremadamente bajos si el producto está cubierto por una película impermeable, momento en el que puede comenzar la respiración anoxigénica. El ambiente dentro del recipiente no se alterará mucho si las frutas o verduras se cubren con una película demasiado permeable. Cuando la intensidad de respiración del producto y las intensidades de transmisión de O₂ y CO₂ a través del paquete coinciden, se establece un AMdE apropiado si se elige una película de permeabilidad intermedia.. (Wills y Warton, 2004).

La cantidad precisa de AMdE obtenida dependerá inevitablemente de la actividad respiratoria inherente del producto, aunque una variedad de circunstancias externas pueden tener un impacto significativo. Para aprovechar eficazmente los beneficios del embalaje en entornos modificados, estos elementos deben adaptarse a cada producto. (Wills y Warton, 2004).

La mercancía se pudre debido a la humedad relativa excesivamente alta del paquete, lo que crea condensación de humedad y condiciones ideales para el desarrollo microbiano. (Brasil *et al.*, 2012).

Tabla 4

Intensidad de transmisión de O₂ y vapor de agua de materiales de empaquetado seleccionados para frutas y hortalizas

Película de empaque (25μ)	Intensidad de transmisión de O₂ (cm³ m⁻².día.atm) 23°C 0%HR	Permeabilidad relativa a 23°C 0%HR	Intensidad de transmisión de vapor de agua (g/m² .día) 38°C 90%HR*	Intensidad relativa de transmisión de vapor de agua a 28°C 90%HR
Poliétileno de densidad (LDPE)	5.000-10.000	Alta	16-24	Semibarrera
Polipropileno (PP)	3.000-3.700	Baja	10-12	Semibarrera
Polipropileno orientado (OPP)	2.000-2.500	Baja	7	Barrera<10
Cloruro de polivinilo (PVC)	2.000-50.001	Baja	2.001	Muy alta
Poliéster (PET)	50-100	Baja	20-30	Semibarrera

Fuente: Maia *et al.*, (2008)

2.4 Envases de material plástico

2.4.1 Generalidades

Además de cumplir sus propósitos fundamentales, el empaque está evolucionando ahora hacia una herramienta para interacciones complejas con su contenido y un depósito de datos pertinentes tanto para el usuario final como para los actores intermediarios en la cadena de valor. En consecuencia, las ideas detrás del packaging inteligente y activo. Se cree que un contenedor puede clasificarse como activo si cumple un propósito distinto al de actuar como barrera inerte contra influencias externas. Por el contrario, los contenedores inteligentes son aquellos que utilizan ingredientes, calidades o materiales de embalaje de los alimentos para

indicar la calidad y la historia del producto. En el siglo XXI ha surgido una nueva generación de tecnologías de conservación de alimentos; No todos tendrán tanto éxito comercial en términos de volumen y número de usos, pero seguramente serán foco de investigación y desarrollo. (Rodríguez-Sauceda *et al.*, 2014).

Durante miles de años, los alimentos se han envasado mediante diversos métodos. Además de ayudar en el almacenamiento o transporte de alimentos, los envases también ayudaron a preservarlos y protegerlos de elementos ambientales dañinos como la luz, el aire y el agua. Los primeros recipientes para alimentos estaban hechos principalmente de metales como acero y vidrio y generalmente eran rígidos (barriles, frascos, latas, etc.). Posteriormente se incluyeron materiales flexibles y plásticos. Determinados contenedores cuentan con componentes o sistemas activos que regulan variables como el contenido de gas, la humedad o la presencia de agentes bacteriostáticos, que frenan el crecimiento de bacterias. (Gimferrer, 2009).

Desde el momento de su creación hasta que el usuario utiliza el producto, el embalaje sirve para mantener la calidad y seguridad del producto. De manera similar, el propósito principal del empaque es proteger el producto del daño causado por productos químicos, fuerzas físicas o agentes biológicos. Cuando el embalaje no proporciona el nivel necesario de protección, el producto final puede ser peligroso, especialmente si los microbios lo contaminan y comprometen involuntariamente su integridad. (Nettles, 2002).

2.4.2 Permeabilidad de los envases plásticos

Los materiales plásticos existen en una amplia variedad, cada uno con características únicas. Con frecuencia resulta complicado que un solo material tenga todas las cualidades protectoras, técnicas y comerciales necesarias para envasar un alimento concreto en una atmósfera modificada. Como resultado, normalmente se producen contenedores con muchas topologías de capas. El uso de materiales plásticos para el envasado de alimentos ha aumentado gracias al desarrollo de estructuras multicapa. Estas estructuras permiten mezclar y combinar varios materiales plásticos para crear un conjunto adecuado para el embalaje final. Un material con cualidades estructurales en el exterior, un material con cualidades de barrera a gases en la capa intermedia y un tercer material en la capa interior que ayuda y permite sellar consigo mismo o con otro material adicional conforman la estructura base de una multicapa. (Giménez y Melgarejo, 2010).

Según Olivas y Barbosa-Cánovas (2005), el uso de películas y recubrimientos comestibles en el envasado de productos vegetales es cada vez más popular. Los biopolímeros ya se están utilizando como recubrimientos de alimentos y materiales de embalaje. Pueden elaborarse químicamente a partir de monómeros derivados de biomasa (ácido poliláctico y otros poliésteres), directamente de biomasa (almidón, quitosano, gelatina, gluten, zeína, etc.), o mediante microorganismos (polihidroxialcanoatos, celulosa bacteriana, etc.). Estas macromoléculas se pueden producir en películas utilizando métodos estándar y normalmente tienen una alta capacidad de formación de películas. Son comparables o mejores que los plásticos tradicionales en términos de control fisicoquímico y microbiológico de los alimentos, y tienen un excelente coeficiente de permeabilidad a los gases. Estos polímeros deben manejarse como un componente alimentario adicional cuando se emplean como recubrimientos comestibles, lo que significa que deben cumplir una serie de especificaciones como tener cualidades sensoriales aceptables, ser estables tanto fisicoquímicamente como microbiológicamente y no ser tóxicos..

2.4.3 Funciones del envase de plástico

Según Rodríguez (2016), existe una demanda creciente de materiales de embalaje diversos debido a la diversificación y las opciones de estilo de vida. Sin embargo, la industria también ha visto que el embalaje podría ser un factor adicional que ayude al ahorro de alimentos. A esto se suma el interés por la seguridad alimentaria, que ha puesto este problema en el primer plano del debate de científicos, empresarios, gobiernos y consumidores por igual.

Los consumidores ahora esperan que los productos se renueven y cambien periódicamente cuando recorren los pasillos de los supermercados, ya que, para que un producto se considere atractivo, su envase debe cumplir ciertos requisitos.

- ✓ Ser resistente pero ligero al mismo tiempo.
- ✓ Hay que proteger el contenido, pero también hay que hacerlo visible.
- ✓ Posee impacto visual a un precio asequible.
- ✓ Almacenamiento en estantes simple e inventivo.
- ✓ Seguro y sencillo de abrir.
- ✓ Ser duradero pero también reciclable.
- ✓ Un diseño sofisticado y ergonómico.
- ✓ Recuerda que el packaging transmite información sobre la calidad del producto.
- ✓ Recuerde que el empaque de un producto representa la marca de la empresa.

- ✓ El embalaje ecológico es un requisito previo para un embalaje de calidad.
- ✓ Salvaguardar los alimentos contra agentes químicos, físicos y microbiológicos. (Cruz, 2006).

2.4.4 Envasado en atmósferas modificadas de productos hortofrutícolas

La idea fundamental detrás de la conservación en un entorno modificado es alterar el medio gaseoso que rodea a los productos hortofrutícolas de una manera que ralentice la descomposición enzimática, reduzca las tasas de respiración y de emisión de etileno y promueva el desarrollo microbiano. La capacidad del producto para producir dióxido de carbono durante los procesos metabólicos y consumir oxígeno en equilibrio con la difusión de gases a través del material de embalaje da como resultado la eficacia del embalaje, que finalmente alcanza un estado estable o equilibrio basado en las condiciones ambientales. Para aumentar su vida útil, un producto debe tener una determinada composición de gas dependiendo de su tipo, nivel de madurez, entorno de comercialización, etc. En términos generales, se necesita un nivel alto de CO₂ para suprimir la síntesis de etileno y regular el crecimiento microbiano, mientras que se necesita un nivel bajo de O₂ para prevenir la respiración anaeróbica y el crecimiento de microbios anaeróbicos mientras se extiende la vida útil de frutas y verduras. Sin embargo, la cantidad de O₂ necesaria no suele ser inferior al 1%. Al elegir un material polimérico con suficiente permeabilidad a estos gases, se logran ambos objetivos. (Hurme *et al.*, 2013).

Los materiales plásticos están disponibles en una variedad de permeabilidades y pueden permeabilizarse selectivamente a varios gases para crear las atmósferas de equilibrio adecuadas para la mayoría de los productos. Es factible elegir el embalaje adecuado para un producto hortofrutícola en particular según las circunstancias de almacenamiento y la vida útil utilizando las ecuaciones de transferencia de masa en materiales poliméricos y entendiendo las tasas de respiración del producto en diversas configuraciones. buscado (Kader y Watkins, 2009).

2.5 Polietileno (PE)

El polímero más común es el PE. Según su densidad y su creciente impermeabilidad al vapor de agua, industrialmente se divide en cuatro categorías: alta, media, baja y ultrabaja. Entre sus atributos técnicos se encuentran su alta permeabilidad al gas y su gran resistencia al desgarro y la degradación química, pero no a la rotura. Sus desventajas incluyen la imposibilidad de sellarlo con otra

cosa que no sea otro PE utilizando la técnica de impulso, baja presión y calor, así como la posibilidad de que se forme porosidad en el sello si alguna parte del producto que se está sellando se atasca en el área que necesita ser sellado. (Martínez-Romero *et al.*, 2012).

La alta selectividad del PE de baja densidad es crucial para reducir el nivel de O₂ en el contenedor sin aumentar indebidamente el nivel de CO₂. Con ellos se pueden hacer brócoli, coliflor y otras películas autoadhesivas. El PE lineal de densidad baja y ultrabaja se utiliza normalmente en la industria (particularmente en vegetales MPF (procesados mínimamente frescos)) y se fabrica utilizando tecnología de metalloceno mediante catálisis de PE en ubicaciones específicas. Esto reduce la variabilidad en la cantidad de monómeros, homogeneiza la densidad y permeabilidad del polímero y mejora la claridad, la transparencia y el termosellado. El acetato de vinilo, o EVA, es algo más permeable a los gases que el PE de baja densidad. Ambos materiales se han combinado para crear láminas básicas que se utilizan con frecuencia en los productos EAM de MPF. (Martínez-Romero *et al.*, 2012).

Figura 4

Frutas envasadas en polietileno



2.6 Polipropileno (PP)

Según Almenar (2005), uno de los polímeros más comunes en los alimentos en general y en los EAM es el PP. Sus propiedades son bastante cercanas a las del PE y soporta muy bien el termosellado. Se utilizan modos de fabricación tanto no orientados como orientados (normal o biorientado). Estirar la película durante la fabricación para alinear su estructura molecular se conoce como orientación; si este estiramiento ocurre sólo en una dirección (la dirección longitudinal), se denomina biorientación. La rigidez la proporciona la orientación, lo que también reduce la permeabilidad al gas. Aunque la permeabilidad al oxígeno (PO₂) del polipropileno orientado (PP) es sólo la mitad que la del PE, hay películas de PP que tienen hasta

el doble de PO₂ que el PP convencional. El PP orientado tiene un valor de barrera al vapor de agua que es aproximadamente siete veces mayor que el PE. El PP no orientado es menos costoso que el PE y tiene una claridad, durabilidad y resistencia al calor superiores. Para evitar la condensación y formar una película delgada y continua sin empañar el contenedor, las películas de PP destinadas a EAM generalmente se usan con un tratamiento químico antivaho (como etoxilatos no iónicos, monoglicéridos o PVdC-) en el lado interno. El lado externo de la película también puede tener aplicado un revestimiento acrílico resistente a la humedad.. Este tratamiento se emplea también en los envases empleados para su calentamiento en hornos de microondas, conteniendo productos vegetales MPF.

2.7 Policloruro de vinilo

Las películas de PVC suelen ser suaves, transparentes, duraderas y no se empañan. También tienen una permeabilidad moderada al vapor de agua. Dado que el órgano vegetal a conservar tiene una tolerancia limitada a este gas, algunas tienen una alta permeabilidad al CO₂ en relación con el O₂, lo que las hace ideales para producir AM bajos en CO₂. Esto los convierte en el polímero base más comúnmente empleado para EAM. El PVC, sin embargo, no es muy útil en el EAM de productos MPF debido a sus propiedades.

El PVC se ha utilizado ampliamente en el envasado directo elástico y autoadhesivo de productos (tomate, fruta de hueso y pepita, entre otros) o hortalizas (brócoli, coliflor, pepino, etc.) colocados en bandejas de poliestireno. Sin embargo, su empleo está disminuyendo gradualmente. Sus principales carencias son su dificultad de reciclaje y el hecho de que, debido a la alta concentración de cloro en su molécula, al descomponerse contribuye a la destrucción de la capa de ozono. Por estos motivos, está prohibido en muchas naciones europeas, incluidas Alemania, Austria, los países nórdicos y otros. su aplicación. Dado que el PE de baja densidad se parece al PVC, creemos que es un buen sustituto. (Rodríguez-Sauceda *et al.*, 2014).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, y se desarrolló de abril del 2017 a enero del 2018.

3.1 Materiales

3.1.1 Materia prima

Se utilizó como materia prima en el presente estudio, papaya variedad Maradol proveniente del VRAEM - Ayacucho, adquirida en el mercado Nery García Zárate de la ciudad de Ayacucho.

Para realizar la experimentación, los frutos de papaya fueron seleccionados de tamaño adecuado y uniforme, libres de daños mecánicos y/o fitopatológicos.

3.1.2 Materiales de envase

- ✓ Envases de polietileno de baja densidad con espesores de 40 y 60 μ .

3.1.3 Reactivos

- Hidróxido de sodio p.a.
- Ácido oxálico al 4%
- Ácido ascórbico p.a.
- 2-6 Diclorofenolindofenol p.a.
- Fenolftaleína al 1%
- Agua destilada

3.1.4 Materiales de laboratorio y otros

- Fiolas de 25 mL, 50 mL, 100 mL y 1 L.
- Matraces erlenmeyer de 100, 250, 500 y 1000 mL.
- Vasos de precipitación de 50, 100, 250 y 500 mL.
- Pipetas de 1, 5 y 10 mL.
- Probetas de 50, 100 y 250 mL.
- Buretas graduadas de 25 y 50 mL.
- Pinzas, espátulas, soporte universal, papel filtro, cuchillos
- Higrómetro
- Tubos de ensayo de con gradilla
- Cámara fotográfica

3.2 Equipos e instrumentos

Los equipos e instrumentos utilizados en esta investigación fueron:

- ✓ Balanza Analítica, Marca AND HR 200, precisión ± 10 mg
- ✓ Balanza digital marca ADAM modelo PGW 2502e
- ✓ Espectrofotómetro, Marca: LABOMED, UV-visible
- ✓ pH - Metro: Marca: THERMO SCIENTIFICS
- ✓ Baño María.
- ✓ Refractómetro 0-32° brix, Marca: RELES
- ✓ Licuadora doméstica, marca OSTER

3.3 Metodología experimental

3.3.1 Muestreo, caracterización física y fisicoquímica de la materia prima

Se emplearon tres iteraciones de un plan de muestreo de frutas totalmente aleatorio, en el que cada muestra comprendía seis unidades utilizadas para la evaluación física y fisicoquímica. Para crear una muestra homogénea para este plan de muestreo, previamente se realizará un proceso de selección basado en la compra de un lote de papaya (variedad Maradol). Este proceso descartará cualquier fruta que tenga daños físicos, fúngicos o bacterianos (pudriciones), así como cualquier daño causado por plagas de insectos.

Figura 5

Caracterización física de la papaya



Figura 6

Caracterización fisicoquímica de la papaya



3.3.2 Métodos de análisis en las muestras

Los diferentes análisis realizados en las muestras estudiadas fueron:

✓ **Determinación de sólidos solubles (° brix)**

La determinación del contenido de sólidos solubles se realizó con un refractómetro, haciendo la lectura de °brix directamente del instrumento (AOAC, 2015).

✓ **Determinación del pH**

El pH se determinó con un potenciómetro digital, por inmersión del electrodo en la pulpa acondicionada previa calibración con solución buffer de pH 4 y 7 a 25° C (AOAC, 2015).

✓ **Determinación del porcentaje de acidez titulable**

Utilizando fenolftaleína y titulación potenciométrica con hidróxido de sodio hasta que se desarrolla un tinte rosado en el jugo de papaya a titular, se determinó la acidez titulable. Según AOAC (2015), el resultado se dio en gramos de ácido málico por 100 gramos de pulpa..

✓ **Determinación de vitamina C**

El Departamento de Agricultura de Canadá ideó un método espectrofotométrico para medir la vitamina C, el cual se basa en la reducción del colorante 2-6 diclorofenolindofenol por la acción de una solución de ácido ascórbico en ácido oxálico (Nielsen, 2008).

La metodología y los cálculos se muestran en el anexo 1.

Figura 7

Determinación de vitamina C en papaya



3.3.3 Diseño metodológico para el acondicionamiento de papaya mínimamente procesado en atmósfera modificada pasiva

➤ **Materia prima**

La papaya, variedad Maradol fué adquirida del Mercado Nery García Zarate, proveniente del VRAEM – Ayacucho.

➤ **Selección de los frutos**

Se seleccionaron los frutos sanos, sin daño mecánico, bioquímico y microbiológico de acuerdo a su grado de madurez.

Figura 8

Selección de papayas



➤ **Lavado y desinfectado**

Se lavaron los frutos en agua corriente de la red para retirar restos de cosecha y luego se desinfectó con agua clorada (200 ppm) para eliminar las impurezas y el látex de la superficie del fruto.

Figura 9

Lavado y desinfectado de papayas



➤ **Pelado y cortado**

El pelado se realizó de forma manual con cuchillos de acero inoxidable, retirando la cáscara y semillas y luego se cortaron en trozos lo más uniforme posible.

Figura 10

Pelado y cortado de papaya



➤ **Tratamiento hidrotérmico**

La papaya mínimamente procesada en estudio se colocó en un Baño María con agua, a temperatura 46,5°C por 75 minutos para el tratamiento hidrotérmico. (Ljubica y Horst, 2006).

➤ **Enfriado y escurrido**

Las muestras serán enfriadas a temperatura ambiente y escurridas en papel absorbente durante aproximadamente por 2 horas.

➤ **Pesado y envasado en atmósfera modificada pasiva**

Las muestras escurridas se colocaron en envases de polietileno de baja densidad (PEBD), de aproximadamente 500 gramos.

- a) Papaya mínimamente procesada envasada en polietileno de baja densidad (PEBD₁): 40 µm.
- b) Papaya mínimamente procesada envasada en polietileno de baja densidad (PEBD₂): 60 µm
- c) Papaya mínimamente procesada sin envase (testigo) T₀.

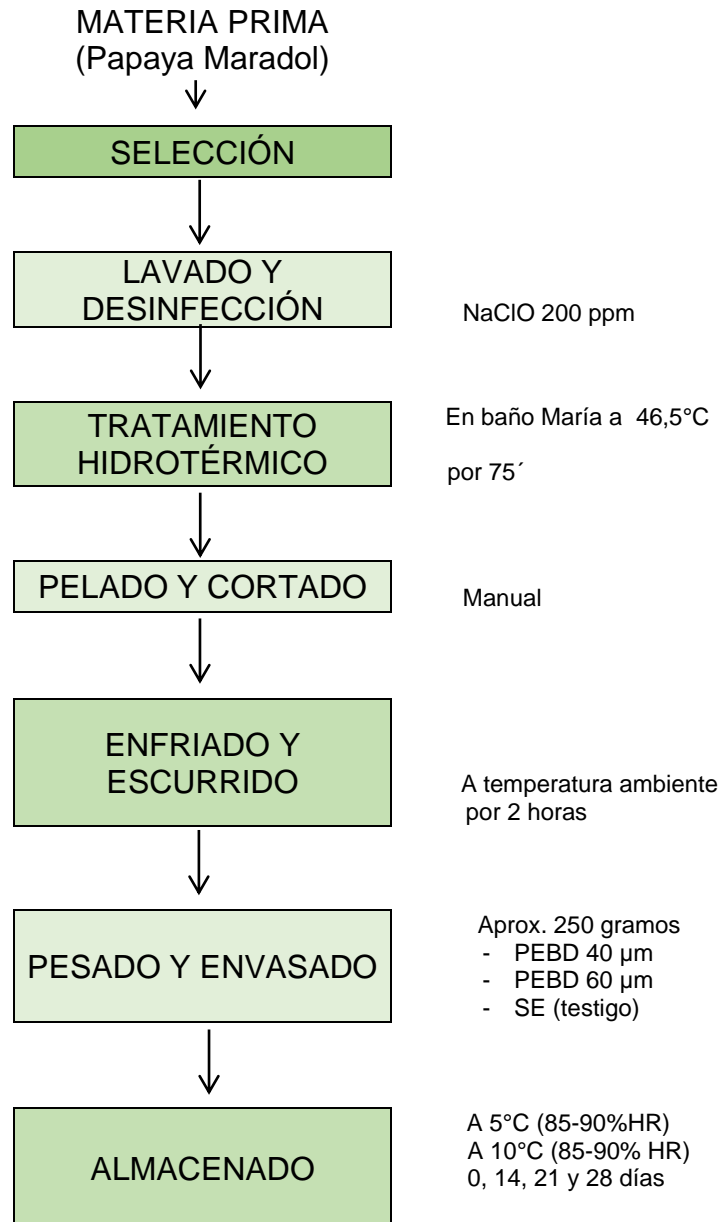
➤ **Almacenado**

Las papayas mínimamente procesadas envasadas fueron almacenadas en una cámara frigorífica a temperatura de 5°C (HR 85-90%) y 10°C (HR 85-90%) respectivamente y se realizaron muestreos desde el día 0,14, 21 y 28 días.

El diagrama de flujo para el acondicionamiento de papaya mínimamente procesado en atmósfera modificada pasiva se muestra en la figura 11.

Figura 11

Diagrama de flujo para obtener papaya mínimamente procesada en atmósfera modificada pasiva



3.4 Evaluación sensorial

Evaluamos las características, aspecto general, color, aroma y textura. Diez panelistas sin experiencia compusieron el panel al final del almacenamiento, después de 28 días. En el Anexo 2 se presenta el sistema de puntuación

hedónico, que va del 1 al 7.

Se cortaron en trozos muestras de papaya mínimamente procesada. Se empleará una prueba descriptiva como técnica de evaluación. En el análisis estadístico se utilizará la prueba F ($\alpha = 0,05$) y un diseño de bloques completamente al azar.

3.5 Planeamiento experimental

El presente estudio pretendió evaluar los beneficios del material de envasado, polietileno de baja densidad (PEBD) y su efecto sobre la conservación de papaya mínimamente procesada almacenada a temperatura de refrigeración (5°C y 10°C) para prolongar su vida útil.

En la tabla 5 se muestra los factores en estudio del presente trabajo de investigación.

Tabla 5

Factores de estudio para papaya mínimamente procesada conservada en atmosfera modificada pasiva

FACTOR	NIVEL	CÓDIGO
Sin envase	Testigo	T ₀
Polietileno de baja densidad	Espesor: 40 µm	PEBD ₁
	Espesor 60 µm	PEBD ₂
Temperatura	5°C	Ta ₁
	10°C	Ta ₂
Almacenamiento	Días	0,14,21 y 28

3.6 Diseño estadístico

El diseño estadístico utilizado fue el diseño de bloques completamente randomizado con arreglo factorial de tres variables (envase, temperatura y tiempo de almacenamiento), para evaluar los dos factores de manera simultánea con tres repeticiones, permitiendo hacer comparaciones entre los niveles de cada factor mencionado; cuyos resultados se evaluaron mediante el modelo estadístico siguiente:

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + C_k + (AA)_{ii} + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (CC)_{kk} + \text{Bloque}_{ijk} + e_{ij}$$

Y_{ijk} = modelo factorial de observación individual

U = efecto poblacional

A_i = efecto del envase

B_j = efecto de la temperatura

C_k = efecto del tiempo

$(AA)_{ji}$ = interacción entre envases

$(AB)_{ij}$ = interacción de primer orden envase x temperatura

$(AC)_{jk}$ = interacción de primer orden envase x tiempo

$(BC)_{jk}$ = interacción de primer orden temperatura x tiempo

$(CC)_{kk}$ = interacción entre el tiempo de almacenamiento

Bloque $_{ijk}$ = efecto de bloque o réplicas.

e_{ijk} = error experimental

Se tomaron muestras los días 0, 14, 21 y 28. Del día 1 al día 28 se realizó el análisis de varianza (ANVA) calculado con la herramienta Statgraphics Centurion. Cuando la interacción recipiente-temperatura arroja resultados no significativos, se mantiene el nivel de confianza del 95% mediante la prueba F y la prueba de comparación de promedios o Tukey ($\alpha=0.05$).

Teniendo como variables las siguientes:

Variable Independiente:

Envase (PEBD₁ y PEBD₂)

Temperatura de almacenamiento (5°C y 10°C), y

Tiempos de almacenamiento (0, 14, 21 y 28 días)

Variables respuestas:

Fisicoquímicos: Pérdida de peso, sólidos solubles, pH, acidez titulable y vitamina C.

Organolépticos: Color, sabor y olor.

Tabla 6

Análisis de varianza según el diseño Statgraphics Centurión para los resultados con tres repeticiones

Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	Razón -F	Valor- P
--------	----------------------	----	-------------------	-------------	-------------

A: Envase

B: Temperatura

C: Tiempo

AA

AB

AC

BC

CC

Bloques

Error total

Total (corr.)

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características físicas de la papaya (*Carica papaya* L.), variedad Maradol

Se evaluaron seis unidades de frutos de papaya cuidadosamente escogidos en función de su tamaño, forma e índice de madurez; tenían características físicas uniformes, como lo indican los rangos de peso, rangos de peso y diámetros que se muestran en la tabla 7.

Figura 12

Frutos de papaya seleccionados y evaluados



Tabla 7

Características físicas de los frutos de papaya

Característica	Promedio	Desviación estándar
Peso (g)	1365,04	15,37
Peso específico (g/ cm ³)	1,07	0,06
Diámetro polar (cm)	13,36	0,39
Diámetro ecuatorial (cm)	18,98	0,21

Como se observa en la tabla 7, el promedio de los pesos de papaya Maradol fueron de 1365,04 g; con respecto a su peso específico el promedio fue de 1,07 g/cm³; del mismo modo en base a sus diámetros polares y ecuatoriales promedio fueron de 13,36 cm y 18,98 cm respectivamente.

Reyes et al (2016) encontró valores similares de peso de papaya Maradol que fluctuó entre 1000 y 1400 g. Esquivel *et al.*, (2014) encontraron que los frutos de

papaya Maradol tuvieron pesos ligeramente mayo cuyo promedio fue de 1700 g, en cuanto a los diámetros polar y ecuatorial fue de 13,6 cm y 23,1 cm respectivamente. En cuanto a los diámetros, Esquivel et al., (2014) refieren que la forma ovoide de la papaya Maradol es característico y lo hace más adecuado para generar valor agregado.

4.2 Características fisicoquímicas de la papaya (*Carica papaya*), variedad Maradol

Las características fisicoquímicas de la papaya Maradol se muestran en la tabla 8.

Tabla 8

Características fisicoquímicas de la papaya

Característica fisicoquímica	Valor	Desviación estándar
Sólidos solubles (°brix)	10,14	0,24
Acidez titulable (ácido cítrico) (%)	0,88	0,005
Índice de madurez	57,01	2,68
pH	5,11	0,075
Vitamina C (mg/ 100 g)	49,90	0,76

La Tabla 8 proporciona el contenido promedio de sólidos solubles (10,14) y la acidez (0,18), lo que indica una fruta dulce y poco ácida. Esta es una característica ampliamente aceptada y que aporta valor al fruto. Dado que se alinea con los rasgos sui generis del producto, el índice de madurez de 57,01 se considera suficiente para determinar cuándo cosechar. Por otro lado, el contenido de vitamina C de 49,90 mg/ 100 g de pulpa y pH (5,11), son casi similares a lo reportado por Esquivel *et al* (2014). Estas características determinaron la calidad global de la papaya.

Según Flores (2000), los genotipos utilizados como semillas modificadas, el manejo precosecha, grado de madurez, tipo de cosecha y manejo poscosecha desde el momento de la recolección hasta que llega al cliente, afectan la composición del fruto. Entre los muchos elementos que contribuyen a mantener la calidad se encuentran la distribución, el marketing, las condiciones de almacenamiento, el transporte y el tipo de embalaje.

4.3 Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en la pérdida de peso de papaya Maradol

mínimamente procesado

En la tabla 9 se muestra los valores de peso de la papaya Maradol mínimamente procesado envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempos de almacenaje empleados.

Al observar la tabla 9 la tendencia de los pesos de la papaya Maradol ha ido en descenso conforme aumenta el tiempo de almacenaje, notándose que la disminución de los pesos es más resaltante en el testigo, es decir en donde no se empleó atmosfera modificada pasiva.

Tabla 9

Pesos promedio (g) de papaya Maradol mínimamente procesado envasadas en atmósfera modificada pasiva a temperaturas y tiempos de almacenaje

Temperatura (°C)	Tipo de envase	Tiempo (días)			
		0	14	21	28
5	Testigo	503,21	500,13	487,51	483,26
	PEBD ₁	501,87	501,55	497,68	495,06
	PEBD ₂	502,45	502,18	499,03	497,61
10	Testigo	502,16	499,24	486,42	482,08
	PEBD ₁	502,49	500,11	497,87	496,06
	PEBD ₂	503,17	501,88	499,13	495,62

Durante el almacenamiento (5°C y 10°C) desde el inicio y final del almacenamiento (28 días), se observa que los pesos de la papaya Maradol ha ido disminuyendo progresivamente tal como se aprecia en la tabla 9.

En la tabla 10 se presenta los valores de pérdida de peso de la papaya Maradol mínimamente procesado envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempos de almacenaje empleados.

Tabla 10

Pérdida de peso (%) de papaya Maradol mínimamente procesado envasadas en atmósfera modificada pasiva a temperaturas y tiempos de almacenaje

Temperatura (°C)	Tipo de envase	Tiempo (días)			
		0	14	21	28
5	Testigo	0	0,61	2,52	0,87
	PEBD ₁	0	0,06	0,68	0,50
	PEBD ₂	0	0,05	0,48	0,30
10	Testigo	0	0,37	2,49	0,36
	PEBD ₁	0	0,10	0,75	0,31
	PEBD ₂	0	0,07	0,60	0,61

Al observar la tabla 10 se puede apreciar, desde el inicio del tratamiento a 5 y 10°C el tratamiento testigo T₀ experimenta una disminución progresiva del peso, acumulando un 4,01% y 3,22% de pérdida de peso respectivamente, al término del almacenaje de 28 días, mientras que los frutos en envase PEBD₁ acumularon hasta 1,25% y 1,16% y en PEBD₂ hasta 0,83% y 1,27% de pérdida de peso a 5°C y 10 °C respectivamente.

Los resultados obtenidos en los tratamientos PEBD₁ y PEBD₂ sobre las pérdidas de peso en porcentajes fueron menores a los que encontró Bico et al., (2005) con 4,24% de pérdida de peso en bananos embolsado en polietilenos de baja densidad a temperatura 10°C. Asimismo, Artés y Allende (2005) indican que el valor de pérdida de agua máximo permisible en frutas y hortalizas procesadas para mantener en lo posible sus características principales no deben exceder el 5 %.

Cuando los productos se almacenan a temperatura ambiente, tienen más probabilidades de deshidratarse que cuando se almacenan en recipientes de polietileno de baja densidad, los cuales tienen un mecanismo de espesor medido en micras para permitir capturar y almacenar sus propiedades físicas durante períodos prolongados de tiempo (Belitz, 2012).

En la tabla 11 se presenta el análisis de varianza (ANVA) para la pérdida de peso (%) de papaya Maradol mínimamente procesado envasadas en atmósfera modificada pasiva a temperaturas de 5 y 10°C y tiempos de almacenaje de 14,21 y 28 días.

Tabla 11

ANVA para la pérdida de peso de papaya Maradol mínimamente procesado según el modelo planteado

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	33,836 ^a	23	1,471	21184,50	0,000
Intersección	18,030	1	18,030	259632,1	0,000
Temperatura (T)	,058	1	,058	840,500	0,000
Envase (E)	4,491	2	2,245	32334,18	0,000
Tiempo (t)	17,961	3	5,987	86214,79	0,000
T * E	,006	2	,003	41,420	0,000
T * t	,051	3	,017	246,047	0,000
E * t	11,251	6	1,875	27002,63	0,000
T * E * t	,018	6	,003	42,247	0,000
Error	,003	48	6,944E-005		
Total	51,870	72			
Total corregida	33,840	71			

^aR cuadrado = ,998 (R cuadrado-correctada = ,997)

Como se observa en la tabla 11 que para los efectos principales temperatura (5 y 10°C), envase en atmósfera modificada (testigo, PEBD₁ y PEBD₂) y tiempo de almacenaje estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados; para el caso de las interacciones también existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$). Esto implica que estas variables tienen influencia sobre la pérdida de peso de las muestras evaluadas.

Para determinar que tratamientos son los que mejor se comportan frente a la pérdida de peso se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey, para el factor envase en atmósfera modificada-temperatura.

Tabla 12

Prueba de Tukey para el envasado en atmósfera modificada-temperatura de papaya mínimamente procesada en la pérdida de peso en los días de almacenaje planteado en el estudio ()*

Factor envase	Promedio de pérdida peso (%)	
	5°C	10°C
Testigo	0,8283a	0,8775b
PEBD ₁	0,2850c	0,3250c
PEBD ₂	0,3025c	0,3842d

Alfa = .05.

(*) En cada comparación, promedios que muestran letras iguales estadísticamente son iguales, caso contrario muestran diferencias es decir, significancia

De la tabla 12 se desprende que las temperaturas empleadas y el envase en atmósfera modificada pasiva en la conservación de papaya mínimamente procesada influyen en la pérdida de peso, precisando que a menor temperatura (5°C) y con envase de polietileno de baja densidad de 40µ las pérdidas de peso fueron menores durante los tiempos de almacenaje (0,285%), esto se puede deber a que a temperaturas de 10°C la tasa de respiración es ligeramente mayor que a 5°C, además la permeabilidad del envase de polietileno de baja densidad utilizado como atmósfera modificada pasiva retarda la tasa de respiración de la fruta.

Osuna *et al.*, (2009) refieren que los envases de polietileno utilizados en ensayos de vida en anaquel de papaya Maradol mínimamente procesado en refrigeración, dependen del espesor de la película, ya que esta influencia el intercambio de CO₂ y O₂ y por ende el agua, determinando que a menores espesores y a temperaturas de 12°C mayores serán los porcentajes de pérdida de agua del producto.

Brasil y Gomez (2012) precisan que el efecto que tuvo el envasado en atmosfera modificada pasiva ayuda a reducir la perdida de agua debido a la barrera formada por los polímeros del polietileno de baja densidad.

En las figuras 15 y 16 se muestran la variación de pérdida de peso de la papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva a las temperaturas de 5°C y 10°C respectivamente.

Figura 12

Variación de pérdida de peso (%) de papaya Maradol a 5°C envasada en atmosfera modificada pasiva.

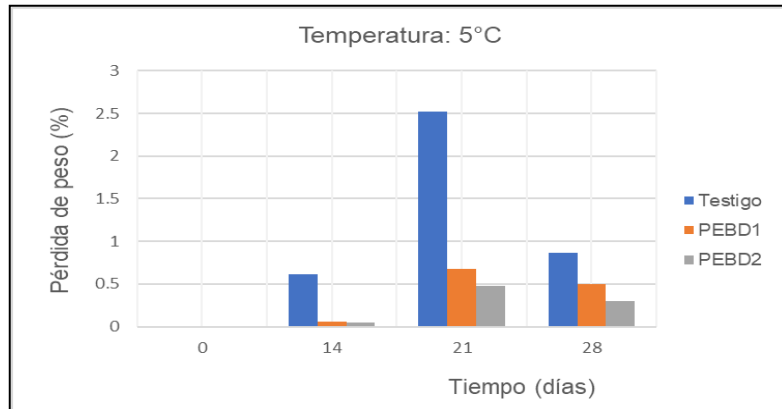
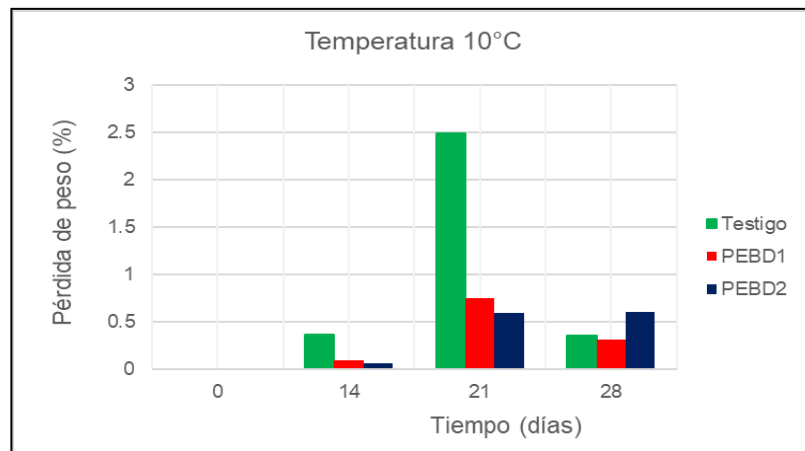


Figura 13

Variación de pérdida de peso (%) de papaya Maradol a 10°C envasada en atmosfera modificada pasiva



Al observar las figuras 12 y 13 se desprende que el comportamiento de la pérdida de peso de papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva tienen el mismo comportamiento, a las temperaturas de 5 y 10°C respectivamente durante los días de almacenaje estudiadas, diferenciándose del testigo en ambos casos. A temperaturas de 5 y 10°C y envasado en atmósfera modificada pasiva las pérdidas de peso fueron menores comparadas con el testigo, esto evidencia que el envasado en atmosfera modificada pasiva influye en la pérdida de peso de laa fruta evaluada, las diferencias que se muestran en el gráfico fue por la temperatura aplicada, notándose que a 10°C la pérdida de peso

fue ligeramente mayor al final del almacenaje.

Gordon (2010) precisa que, manteniendo temperaturas bajas en almacenamiento de frutas y hortalizas, se puede reducir la respiración del producto y así ayudar a prolongar la vida poscosecha del mismo.

Refrigerados y envasados en una atmósfera pasivamente modificada (Artés, 2006) que tenga niveles bajos de O₂, niveles moderados de CO₂ y niveles moderados de vapor de agua en relación con el aire, puede mejorar la calidad de los productos frescos mínimamente procesados. Estas atmósferas se crean manteniendo los productos en recipientes herméticamente cerrados. Los contenedores más comunes son los de polietileno y propileno porque son cerrados y tienen suficiente permeabilidad a los gases permanentes del aire..

4.4 Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en los sólidos solubles (°brix) de papaya Maradol mínimamente procesado

En la tabla 13 se muestra los valores de °brix de la papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempos de almacenaje empleados.

Al observar la tabla 13 la tendencia de los °brix de la papaya Maradol ha ido aumentando conforme aumenta el tiempo de almacenaje, notándose que el aumento es más resaltante en el testigo, es decir en donde no se empleó atmósfera modificada pasiva (sin envase).

También se observa que el aumento es mayor en el envasado en atmósfera modificada pasiva de polietileno de baja densidad de 60µ a temperatura de 10°C esto se debe a que el intercambio de gases y vapor de agua es mayor a esta temperatura y por tanto influyen en los grados brix de la fruta, debido a que el intercambio de gases y vapor de agua es mayor por tanto las reacciones bioquímicas responsable de la conversión de azúcares aumenta por mayor concentración de estos gases.

Tabla 13

Grados brix de papaya Maradol mínimamente procesado envasadas en atmósfera modificada pasiva a temperaturas y tiempos de almacenaje

Temperatura (°C)	Tipo de envase	Tiempo (días)			
		0	14	21	28
5	Testigo	10.06	11.08	11.23	11.17
	PEBD ₁	10.09	10.29	10.37	10.06
	PEBD ₂	10.22	10.43	10.92	10.58
10	Testigo	9.78	11.13	12.31	12.02
	PEBD ₁	10.15	10.51	10.97	10.62
	PEBD ₂	10.08	10.9	11.78	11.34

Durante el almacenamiento (5°C y 10°C) desde el inicio y final del almacenaje (28 días), se observa que los °brix de la papaya Maradol ha ido aumentando progresivamente tal como se aprecia en la tabla 13.

En la tabla 14 se presenta el análisis de varianza (ANVA) a un nivel de confianza del 5% para los °brix de papaya Maradol mínimamente procesado envasadas en atmósfera modificada pasiva a temperaturas de 5 y 10°C y tiempos de almacenaje de 0,14,21 y 28 días.

Como se observa en la tabla 14 que para los efectos principales temperatura (5 y 10°C), envase en atmósfera modificada pasiva (testigo, PEBD₁ y PEBD₂) y tiempo de almacenaje, estadísticamente, existe diferencia altamente significativa ($p < 0,05$) para los °brix entre los tratamientos evaluados; para el caso de las interacciones también existen diferencias altamente significativas. Esto implica que los °brix se ven influenciadas por estas variables estudiadas.

Para determinar que tratamientos se diferencian de los otros como existen diferencias altamente significativas en los efectos principales realizamos la prueba de comparación de medias de Tukey, para el factor envase en atmósfera modificada-temperatura.

Tabla 14

ANVA para °brix de papaya Maradol mínimamente procesado según el modelo planteado

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	29,494 ^a	23	1,282	921,441	,000
Intersección	8320,070	1	8320,070	5978493,41	,000
Temperatura (T)	3,092	1	3,092	2221,621	,000
Envase (E)	5,893	2	2,946	2117,223	,000
Tiempo (t)	13,727	3	4,576	3287,935	,000
T * E	,056	2	,028	20,007	,000
T * t	2,555	3	,852	611,859	,000
E * t	3,801	6	,634	455,237	,000
T * E * t	,371	6	,062	44,377	,000
Error	,067	48	,001		
Total	8349,631	72			
Total corregida	29,561	71			

^aR cuadrado = 0,993 (R cuadrado-correctada = 0,992)

Tabla 15

Prueba de Tukey para el envasado en atmósfera modificada-temperatura de papaya mínimamente procesada en los °brix en los días de almacenaje planteado en el estudio (*)

Factor envase	Promedio de pérdida peso (%)	
	5°C	10°C
Testigo	10,8875a	11,280a
PEBD₂	10,535b	11,0258a
PEBD₁	10,2050b	10,565b

Alfa = .05.

(*) En cada comparación, promedios que muestran letras iguales estadísticamente son iguales, caso contrario muestran diferencias es decir, significancia.

De la tabla 15 se observa que las temperaturas empleadas y el envase en atmósfera modificada pasiva en la conservación de papaya mínimamente procesada influyen en los °brix, precisando que a menor temperatura (5°C) y con

envase de polietileno de baja densidad de 40 μ la variación de °brix fueron menores durante los tiempos de almacenaje.

El aumento de sólidos solubles nos confirma el aumento de azúcares y otros productos por la maduración continua de los frutos, en tanto Badui (2013) precisa que este incremento de °brix sucede porque ocurre hidrolisis del almidón y oligosacáridos de los frutos.

En las figuras 14 y 15 se muestran la variación los °brix de la papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva a las temperaturas de 5°C y 10°C respectivamente.

Figura 14

Variación de °brix de papaya Maradol a 5°C envasada en atmosfera modificada pasiva.

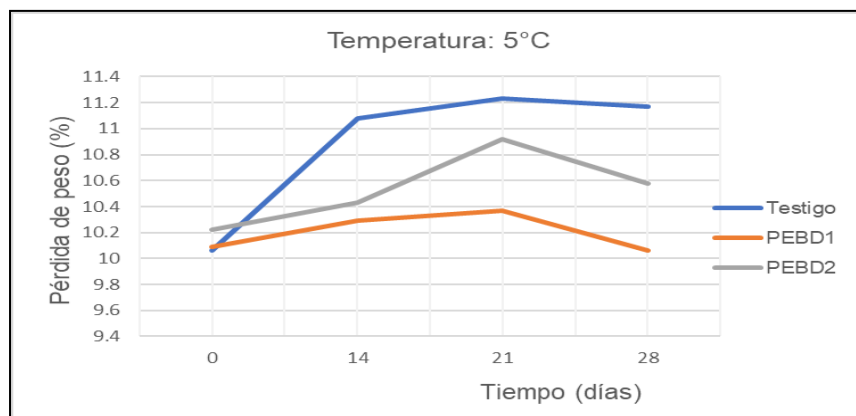
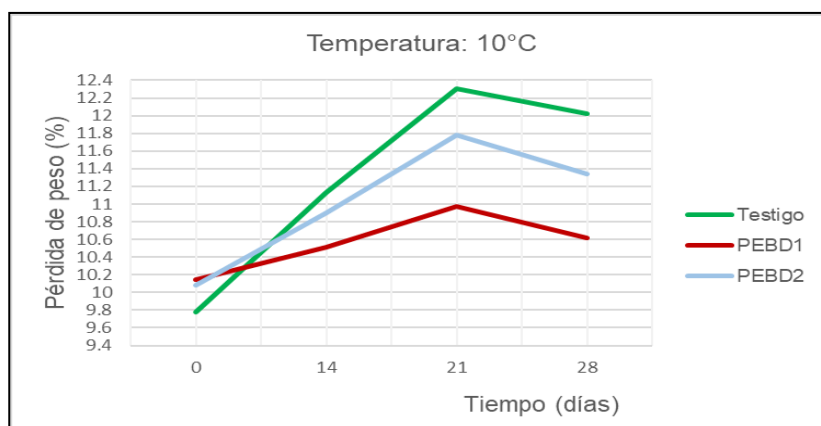


Figura 15

Variación de °brix de papaya Maradol a 10°C envasada en atmosfera modificada pasiva.



Al observar las figuras 14 y 15 se nota que la variación de °brix de papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva tienen el mismo comportamiento durante los días de almacenaje evaluados, a la temperatura de 5°C y con envasado en atmósfera modificada de PEBD de 40µ el aumento de °brix fue menor comparado con el envasado con PEBD de 60 µ y 10°C durante los días de almacenaje estudiadas, esto se debió a que a 5°C el intercambio de gases fue menor que a 10°C y por lo tanto las reacciones bioquímicas de conversión de azúcares aumenta resultando el aumento de los °brix en el producto. Se visualiza que conforma avanza los días de almacenaje se incrementa los °brix hasta un máximo que fue en el día 21, para luego descender, en todos los casos tienen el mismo efecto.

Según Gordon (2010) el aumento desproporcionado de sólidos solubles en fruta almacenadas refrigeradas puede ser perjudiciales porque afectaría la calidad global del producto, por ello es importante el uso de envasado en atmosferas modificadas adecuadas a fin de que la actividad fisiológica del vegetal sea la óptima.

Kader y Watkins (2009) creen que la razón de la caída de los sólidos solubles después de un aumento durante el almacenamiento es el aumento del metabolismo de las verduras, que resulta de un aumento en la tasa de respiración que utiliza los azúcares de las frutas como fuente de energía.

4.5 Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en el pH de papaya Maradol mínimamente procesado

En la tabla 16 se muestra los valores de pH de la papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempos de almacenaje empleados.

Al observar la tabla 16 la tendencia del pH de la papaya Maradol ha ido en descenso conforme aumenta el tiempo de almacenaje, notándose que la disminución de los pesos es más resaltante en el testigo, es decir en donde no se empleó atmosfera modificada pasiva.

Tabla 16

Valores de pH de papaya Maradol mínimamente procesado envasadas en atmósfera modificada pasiva a temperaturas y tiempos de almacenaje

Temperatura (°C)	Tipo de envase	Tiempo (días)			
		0	14	21	28
5	Testigo	5,10	5,53	5,79	5,58
	PEBD ₁	5,02	5,28	5,61	5,60
	PEBD ₂	5,11	5,75	6,14	5,91
	Testigo	5,23	5,22	6,13	6,43
10	PEBD ₁	5,17	5,31	5,78	5,36
	PEBD ₂	5,06	5,53	6,16	6,34

A temperaturas de 5°C y 10°C desde el inicio y final del almacenaje (28 días), se observa que los valores de pH de la papaya Maradol ha ido aumentando progresivamente tal como se aprecia en la tabla 16.

En la tabla 17 se presenta el análisis de varianza (ANVA) a un nivel de confianza del 5% para el valor de pH de papaya Maradol mínimamente procesado envasadas en atmósfera modificada pasiva a temperaturas de 5 y 10°C y tiempos de almacenaje de 14,21 y 28 días.

Como se observa en la tabla 17 que para los efectos principales temperatura (5 y 10°C), envase (testigo, PEBD₁ y PEBD₂) y tiempo de almacenaje en el valor del pH de papaya Maradol, estadísticamente existe diferencia altamente significativa a un nivel de confianza del 5% entre los tratamientos evaluados; para el caso de las interacciones también existen diferencias altamente significativas.

Para determinar que tratamientos se diferencian de los otros, como existen diferencias altamente significativas en los efectos principales realizamos la prueba de comparación de medias de Tukey, para el factor envase en atmósfera modificada-temperatura sobre el pH de las muestras evaluadas.

Tabla 17

ANVA para el pH de papaya Maradol mínimamente procesado según el modelo planteado

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	12,421 ^a	23	,540	5400,435	,000
Intersección	2248,522	1	2248,522	2248521	,000
Temperatura (T)	,211	1	,211	2112,500	,000
Envase (E)	1,596	2	,798	7980,875	,000
Tiempo (t)	8,027	3	2,676	26755,00	,000
T * E	,189	2	,094	942,875	,000
T * t	,632	3	,211	2106,167	,000
E * t	,853	6	,142	1420,875	,000
T * E * t	,914	6	,152	1523,542	,000
Error	,005	48	,000		
Total	2260,948	72			
Total corregida	12,426	71			

^aR cuadrado = ,996 (R cuadrado-correctada = ,994)

Tabla 18

Prueba de Tukey para el envasado en atmósfera modificada-temperatura de papaya mínimamente procesada en el valor de pH en los días de almacenaje planteado en el estudio ()*

Factor envase	Promedio de pérdida peso (%)	
	5°C	10°C
PEBD₁	5,375a	5,402a
Testigo	5,50a	5,752b
PEBD₂	5,725b	5,772b

Alfa = 0.05.

(*) En cada comparación, promedios que muestran letras iguales estadísticamente son iguales, caso contrario muestran diferencias es decir, significancia.

De la tabla 18 se desprende que las temperaturas empleadas y el envase en atmósfera modificada pasiva en la conservación de papaya mínimamente procesada influyen en el valor de pH, precisando que a menor temperatura (5°C) y

con envase de polietileno de baja densidad de 40 μ el aumento de los valores de pH fueron menores durante los tiempos de almacenaje comparados con el testigo y envasado en PEBD de 60 μ a 10°C cuyos ascensos son más significativos.

Según Dayron et al. (2006), el aumento gradual en los valores de pH observado en muestras de papaya mínimamente procesadas conservadas en una atmósfera pasiva modificada durante el almacenamiento podría atribuirse al contenido reducido de ácido de los frutos. También es probable que sea el resultado de una disminución de la actividad metabólica, que es el resultado de la disminución de la difusión de oxígeno de las frutas.

Según Soler (2009), las sustancias químicas que se crean en respuesta al aumento de la acidez y que tienen el potencial de desencadenar reacciones negativas en las frutas (como cambios de sabor) tienen un efecto amortiguador, lo que explica por qué los valores de pH de las frutas aumentan durante el almacenamiento. También podría deberse a cambios en el proceso respiratorio, que ralentizan la síntesis de ácidos orgánicos a partir de carbohidratos.

En las figuras 16 y 17 se muestran la variación de pH de la papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva a las temperaturas de 5°C y 10°C respectivamente.

Figura 16

Variación de pH de papaya Maradol a 5°C envasada en atmosfera modificada pasiva.

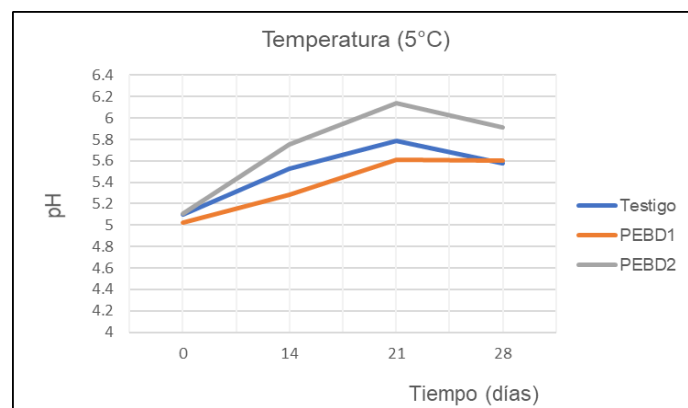
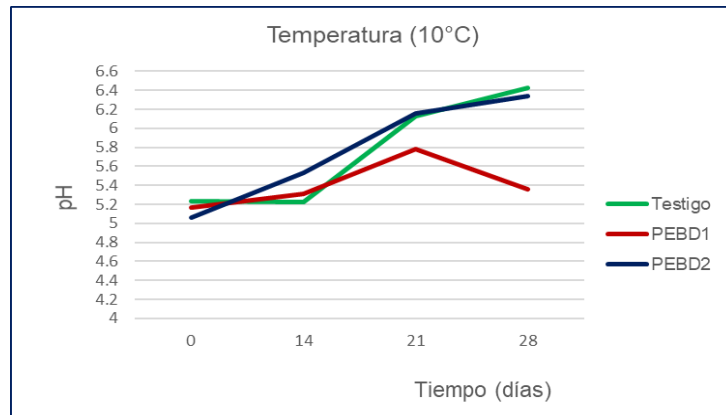


Figura 17

Variación de pH de papaya Maradol a 10°C envasada en atmosfera modificada pasiva



Al observar las figuras 16 y 17 se visualiza que el comportamiento del valor de pH de papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva tienen comportamientos similares, a las temperaturas de 5 y 10°C respectivamente durante los días de almacenaje estudiadas, notándose que hasta el día 21 ascendía gradualmente para que en la última semana muestre un ligero descenso en todos los tratamientos.

4.6 Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en la acidez titulable de papaya Maradol mínimamente procesado

En la tabla 19 se muestra los valores de acidez titulable de la papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempos de almacenaje empleados.

Al observar la tabla 18 se visualiza que la acidez titulable de la papaya Maradol ha ido en descenso conforme aumenta el tiempo de almacenaje, notándose que la disminución de la acidez titulable es más notoria en el envasado en atmósfera modificada (PEBD₁ y PEBD₂) para 5 y 10°C.

Tabla 18

Valores de acidez titulable (% ácido cítrico) de papaya Maradol mínimamente procesado envasadas en atmósfera modificada pasiva a temperaturas y tiempos de almacenaje

Temperatura (°C)	Tipo de envase	Tiempo (días)			
		0	14	21	28
5	Testigo	0.89	0.58	0.35	0.34
	PEBD ₁	0.84	0,57	0.39	0.21
	PEBD ₂	0.91	0.54	0.32	0.18
10	Testigo	0.87	0.51	0.3	0.27
	PEBD ₁	0.88	0.52	0.37	0.31
	PEBD ₂	0.92	0.61	0.34	0.19

Durante el almacenamiento (5°C y 10°C) desde el inicio y final del almacenaje (28 días), se observa que la acidez titulable de la papaya Maradol mostró disminución durante los 28 días de almacenaje, tal como se aprecia en la tabla 18.

En la tabla 19 se presenta el análisis de varianza (ANVA) para la acidez titulable (%) de papaya Maradol mínimamente procesado envasadas en atmósfera modificada pasiva a temperaturas de 5 y 10°C y tiempos de almacenaje de 0,14,21 y 28 días.

Como se observa en la tabla 19 que para los efectos principales envase (testigo, PEBD1 y PEBD2) y tiempo de almacenaje estadísticamente existe diferencia altamente significativa y para temperatura (5 y 10°C) no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados a un nivel de confianza del 5%; para el caso de las interacciones también existen diferencias altamente significativas.

En el caso de la temperatura indica que esta variable no tiene efecto alguno sobre los valores de acidez titulable en el estudio.

Como existen diferencias altamente significativas en los efectos envase y tiempo realizamos la prueba de comparación de medias de Tukey, para el factor envase en atmósfera modificada-temperatura a fin de determinar que tratamientos son los que se comportan mejor en el estudio en cuanto a la acidez.

Tabla 19

ANVA para la acidez titulable de papaya Maradol mínimamente procesado según el modelo planteado

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4,377 ^a	23	,190	1851,525	,000
Intersección	18,615	1	18,615	181120,5	,000
Temperatura (T)	,000	1	,000	1,095	,301
Envase (E)	,002	2	,001	9,297	,000
Tiempo (t)	4,259	3	1,420	13814,28	,000
T * E	,023	2	,011	110,919	,000
T * t	,004	3	,001	11,797	,000
E * t	,066	6	,011	107,730	,000
T * E * t	,022	6	,004	36,486	,000
Error	,005	48	,000		
Total	22,997	72			
Total corregida	4,382	71			

^aR cuadrado = ,999 (R cuadrado-correcta = ,998)

Tabla 20

Prueba de Tukey para el envasado en atmósfera modificada-temperatura de papaya mínimamente procesada en la acidez titulable en los días de almacenaje planteado en el estudio

Factor envase	Acidez titulable (%)	
	5°C	10°C
Testigo	0,5392a	0,528a
PEBD₁	0,5025b	0,510b
PEBD₂	0,4875c	0,487c

Alfa = .05.

De la tabla 20 se corrobora que el envase en atmósfera modificada pasiva y el tiempo de almacenaje de papaya mínimamente procesada influyen en la acidez titulable, precisando que a menor temperatura (5°C) y con envase de polietileno de baja densidad de 40µ la disminución de la acidez fue menor durante los tiempos de almacenaje, esto se puede deber a que a temperaturas de 10°C la tasa de

respiración es ligeramente mayor que a 5°C.

Osuna et al., (2009) refieren que los envases de polietileno utilizados en ensayos de vida en anaquel de papaya Maradol mínimamente procesado en refrigeración, dependen del espesor de la película, ya que esta influencia el intercambio de CO₂ y O₂ y por ende el agua, determinando que a mayores espesores y a temperaturas de 12°C mayores los valores de acidez se ven disminuidas por la mayor actividad fisiológica del fruto.

Sañudo et al. (2008) afirman que la acción de las hidrogenasas y el uso de ácidos orgánicos como sustratos de respiración para la síntesis de nuevos componentes provocan que la acidez de la fruta disminuya durante el almacenamiento refrigerado.

Gordon (2010) precisa que el descenso de la acidez en frutas refrigeradas se debe a la disminución de la actividad metabólica.

En las figuras 18 y 19 se muestran la variación de acidez titulable de la papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva a las temperaturas de 5°C y 10°C respectivamente, durante los 28 días de almacenaje.

Figura 18

Variación de acidez titulable (%) de papaya Maradol a 5°C envasada en atmosfera modificada pasiva.

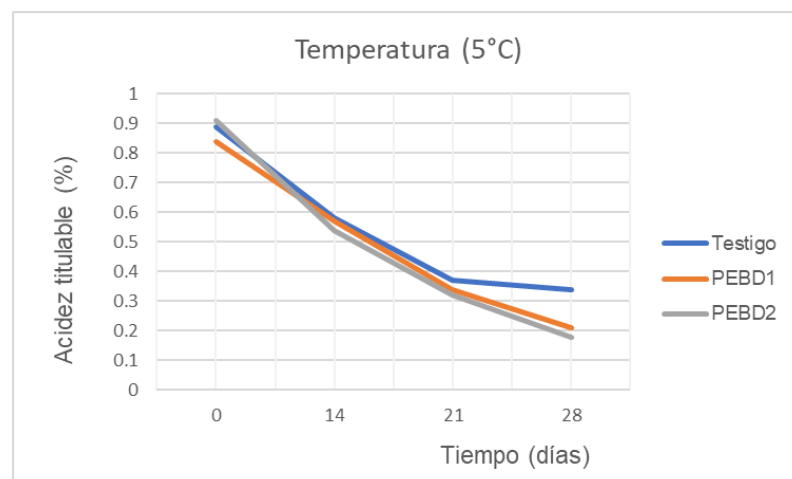
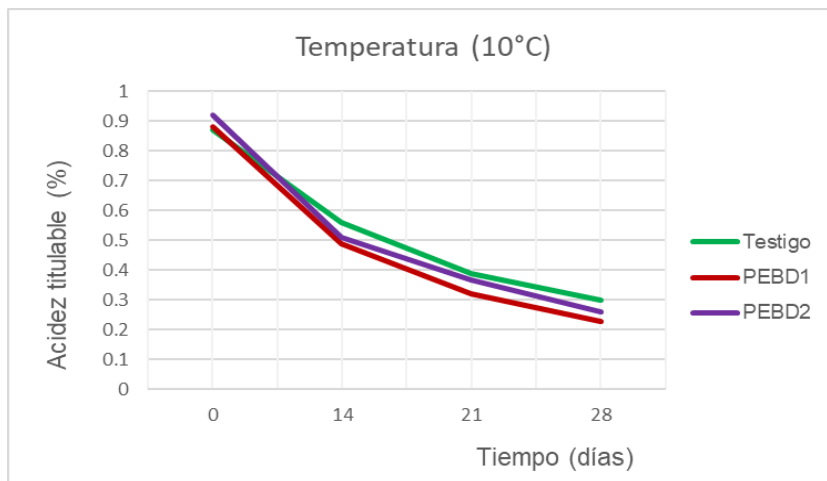


Figura 19

Variación de acidez titulable (%) de papaya Maradol a 10°C envasada en atmosfera modificada pasiva.



Al observar las figuras 18 y 19 se desprende que el comportamiento de la acidez titulable de papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva tienen el mismo comportamiento en todos los tratamientos, a las temperaturas de 5 y 10°C respectivamente durante los días de almacenaje estudiadas, notándose que en el envasado en atmósfera modificada pasiva la disminución fue menor comparada con el testigo, esto se debe a que el envase regula el intercambio de gases, O₂, CO₂ y vapor de agua.

4.7 Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en la vitamina C de papaya Maradol mínimamente procesado

En la tabla 21 se muestra los valores de vitamina C de la papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmósfera modificada pasiva, con temperatura y tiempos de almacenaje empleados.

Al observar la tabla 21 la tendencia de los valores de vitamina C de la papaya Maradol ha ido disminuyendo conforme aumenta el tiempo de almacenaje, notándose que este descenso es más resaltante en el testigo, es decir en donde no se empleó atmosfera modificada pasiva.

Tabla 21

Valores de vitamina C (mg/100 g) de papaya Maradol mínimamente procesado envasadas en atmósfera modificada pasiva a temperaturas y tiempos de almacenaje

Temperatura (°C)	Tipo de envase	Tiempo (días)			
		0	14	21	28
5	Testigo	49.25	48.69	47.91	46.17
	PEBD ₁	49.65	49.06	48.35	47.42
	PEBD ₂	50.07	49.28	48.63	47.91
10	Testigo	48.56	47.85	47.11	46.59
	PEBD ₁	49.11	48.72	48.03	47.31
	PEBD ₂	50.13	49.16	48.77	48.02

A temperaturas de 5°C y 10°C desde el inicio y final del almacenaje (28 días), se observa que los valores de vitamina C de la papaya Maradol ha ido disminuyendo progresivamente tal como se aprecia en la tabla 21.

En la tabla 22 se presenta el análisis de varianza (ANVA) para la variación de vitamina C (mg/ 100 g) de papaya Maradol mínimamente procesado envasadas en atmósfera modificada pasiva a temperaturas de 5 y 10°C y tiempos de almacenaje de 0,14,21 y 28 días.

Al observar en la tabla 22 los efectos principales temperatura (5 y 10°C), envase (testigo, PEBD1 y PEBD2) y tiempo de almacenaje muestran diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos evaluados a un nivel de confianza del 5%; para el caso de las interacciones también existen diferencias altamente significativas.

Como existen diferencias altamente significativas en los efectos principales para la variación de vitamina C se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey, para el factor envase en atmósfera modificada-temperatura.

Tabla 22

ANVA para la vitamina C de papaya Maradol mínimamente procesado según el modelo planteado

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	71,778 ^a	23	3,121	23903,85	,000
Intersección	168727,246	1	168727,246	12923789 04,521	,000
Temperatura (T)	1,153	1	1,153	8828,947	,000
Envase (E)	18,204	2	9,102	69716,72	,000
Tiempo (t)	48,894	3	16,298	124836,7	,000
T * E	,849	2	,425	3253,064	,000
T * t	,936	3	,312	2388,606	,000
E * t	,895	6	,149	1142,979	,000
T * E * t	,847	6	,141	1081,021	,000
Error	,006	48	,000		
Total	168799,030	72			
Total corregida	71,784	71			

^aR cuadrado = ,995 (R cuadrado-correcta = ,994)

Tabla 23

Prueba de Tukey para el envasado en atmósfera modificada-temperatura de papaya mínimamente procesada en la pérdida de peso en los días de almacenaje planteado en el estudio

Factor envase	Vitamina C (mg/ 100 g)	
	5°C	10°C
Testigo	48,01a	47,53b
PEBD₁	48,62a	48,30a
PEBD₂	48,98c	49,02c

Alfa = .05.

De la tabla 23 se nota que las temperaturas empleadas y el envase en atmósfera modificada pasiva en la conservación de papaya mínimamente procesada influyen

en la variación de vitamina C, precisando que las temperaturas empleadas (5 y 10°C) y envasado en atmósfera modificada pasiva la tendencia en la disminución de vitamina C fue menor comparada con el testigo, esto se debe a que el envase y la temperatura baja ralentiza la oxidación del ácido ascórbico, componente fundamental de la vitamina C.

En las figuras 20 y 21 se muestran la variación de vitamina C de la papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva a las temperaturas de 5°C y 10°C respectivamente.

Figura 20

Variación de vitamina C (mg/100 g) de papaya Maradol a 5°C envasada en atmosfera modificada pasiva.

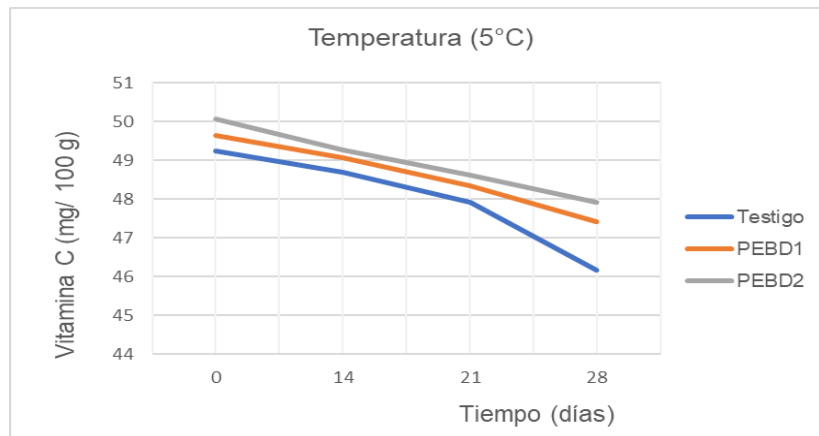
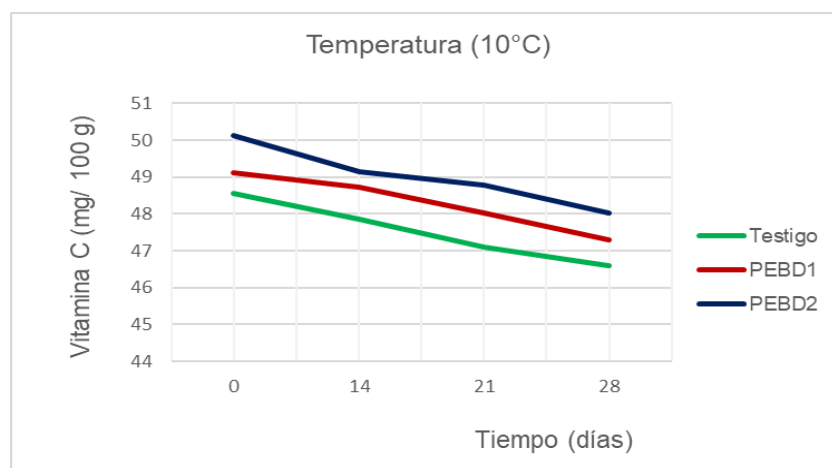


Figura 21

Variación de vitamina C (mg/ 100 g)) de papaya Maradol a 10°C envasada en atmosfera modificada pasiva.



Al observar las figuras 20 y 21 se desprende que el comportamiento de la pérdida de peso de papaya Maradol mínimamente procesada envasada en atmósfera modificada pasiva presentan el mismo comportamiento, a las temperaturas de 5 y 10°C respectivamente durante los días de almacenaje estudiadas, diferenciándose del testigo en ambos casos; cuyo descenso fue más pronunciado. A temperaturas de 10°C y envase de polietileno de baja densidad de 60μ la degradación de vitamina C fue menor, esto se debe a que el envase con mayor espesor impide el paso desmesurado del oxígeno, componente responsable de la oxidación del ácido ascórbico.

Kader y Watkins (2009) refieren que aun a temperaturas bajas y con el uso de polímeros en la conservación de frutos procesados la degradación de vitamina C se ve influenciada por mecanismos oxidativos propios de las reacciones bioquímicas del producto, pero los polímeros junto con las temperaturas de refrigeración disminuyen dichas reacciones degradativas.

El uso de envases para modificar la atmósfera interna de los productos mejora la calidad de los productos mínimamente procesados almacenados en refrigeración, evitando las reacciones enzimáticas responsables de los cambios de color, reducción del contenido del oxígeno responsable de mecanismos oxidativos; por tanto se prolonga la vida útil de estos alimentos perecederos (Esquivel et al., 2014).

4.8 Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en el atributo color de papaya Maradol mínimamente procesado.

En la tabla 24 se muestra los valores obtenidos de la evaluación organoléptica para el atributo color por los jueces a la papaya mínimamente procesada envasada en atmósfera modificada pasiva.

Tabla 24

Resultados de la evaluación organoléptica del atributo color de la papaya mínimamente procesada.

Panelista	Temperatura (5°C)			Temperatura (10°C)		
	Testigo 1	PEBD ₁	PEBD ₂	Testigo 2	PEBD ₁	PEBD ₂
1	3	5	5	3	6	5
2	2	6	5	3	6	6
3	3	5	6	3	6	5
4	2	6	5	3	5	6
5	3	6	6	3	6	5
6	2	5	5	4	5	5
7	3	6	6	3	6	6
8	3	5	6	3	6	5
9	2	5	6	4	5	5
10	3	5	5	4	6	5

En la tabla 25 se presenta el ANVA para el atributo color de la papaya mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva.

Tabla 25

ANVA para el atributo color de los tratamientos de la papaya mínimamente procesada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	90,267 ^a	14	6,448	24,869	,000
Intersección	1288,067	1	1288,067	4968,257	,000
Tratamientos	88,333	5	17,667	68,143	,000
Panelistas	1,933	9	,215	,829	,594
Error	11,667	45	,259		
Total	1390,000	60			
Total corregida	101,933	59			

^aR cuadrado = ,886 (R cuadrado-correcta = ,850)

De la tabla 25 se puede deducir que, en la evaluación organoléptica los panelistas determinaron que entre los tratamientos existen diferencias altamente significativas en cuanto al atributo color de la papaya mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva, por lo tanto, realizamos la prueba de comparación de

medias de Tukey para verificar cual o cuales son los mejores tratamientos para este atributo color.

En la tabla 26 se muestra la prueba de Tukey para los tratamientos según la evaluación sensorial del atributo color.

Tabla 26

ANVA para el atributo color de los tratamientos de la papaya mínimamente procesada

Tratamientos	Subconjunto		
	1	2	3
Testigo 1	2,6000		
Testigo 2		3,3000	
PEBD ₂ (10°C)			5,3000
PEBD ₁ (5°C)			5,4000
PEBD ₂ (5°C)			5,5000
PEBD ₁ (10°C)			5,7000
Sig.	1,000	1,000	,503

Alfa = .0,05.

De la tabla 26 se deduce que el tratamiento (PEBD1) con temperatura de 10°C fue la que mejor promedio obtuvo según el panel evaluador para el atributo color, cuya puntuación según la escala hedónica corresponde a ME GUSTA.

4.9 Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en el atributo sabor de papaya Maradol mínimamente procesado

En la tabla 27 se muestra los valores obtenidos de la evaluación organoléptica para el atributo sabor por los jueces a la papaya mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva.

Tabla 27

Resultados de la evaluación organoléptica del atributo sabor de la papaya mínimamente procesada.

Panelista	Temperatura (5°C)			Temperatura (10°C)		
	Testigo 1	PEBD ₁	PEBD ₂	Testigo 2	PEBD ₁	PEBD ₂
1	3	5	5	3	6	5
2	2	6	7	3	6	5
3	3	5	6	2	5	5
4	2	6	6	4	5	6
5	3	6	6	3	6	5
6	2	5	5	5	5	5
7	3	6	6	3	6	5
8	3	6	7	4	6	5
9	3	5	6	3	5	5
10	3	5	5	4	6	4

En la tabla 28 se presenta el ANVA para el atributo sabor de la papaya mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva.

Tabla 28

ANVA para el atributo sabor de los tratamientos de la papaya mínimamente procesada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	89,467 ^a	14	6,390	18,124	,000
Intersección	1306,667	1	1306,667	3705,882	,000
Tratamientos	86,133	5	17,227	48,857	,000
Panelistas	3,333	9	,370	1,050	,417
Error	15,867	45	,353		
Total	1412,000	60			
Total corregida	105,333	59			

^a R cuadrado = ,849 (R cuadrado corregida = ,803)

De la tabla 28 se puede deducir que, en la evaluación organoléptica los panelistas determinaron que entre los tratamientos existen diferencias altamente significativas en cuanto al atributo sabor de la papaya mínimamente procesada envasada en

atmosfera modificada pasiva, por lo tanto, realizamos la prueba de comparación de medias de Tukey para verificar cual o cuales son los mejores tratamientos para este atributo sabor.

En la tabla 29 se muestra la prueba de Tukey para los tratamientos según la evaluación sensorial del atributo sabor.

Tabla 29

ANVA para el atributo sabor de los tratamientos de la papaya mínimamente procesada

Tratamientos	Subconjunto		
	1	2	3
Testigo 1	2,7000		
Testigo 2	3,4000		
PEBD ₂ (10°C)		4,9000	
PEBD ₁ (5°C)		5,5000	5,5000
PEBD ₁ (10°C)		5,6000	5,6000
PEBD ₂ (5°C)			5,9000
Sig.	,109	,109	,662

Alfa = .0,05.

De la tabla 29 se deduce que el tratamiento (PEBD₁) con temperatura de 5°C fue la que mejor promedio obtuvo según el panel evaluador para el atributo sabor, cuya puntuación según la escala hedónica corresponde a ME GUSTA.

4.10 Influencia del envasado en atmósfera modificada pasiva, temperatura y tiempo de almacenaje en el atributo olor de papaya Maradol mínimamente procesado

En la tabla 30 se muestra los valores obtenidos de la evaluación organoléptica para el atributo olor por los jueces a la papaya mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva.

Tabla 30

Resultados de la evaluación organoléptica del atributo olor de la papaya mínimamente procesada.

Panelista	Temperatura (5°C)			Temperatura (10°C)		
	Testigo 1	PEBD ₁	PEBD ₂	Testigo 2	PEBD ₁	PEBD ₂
1	3	5	6	3	6	5
2	2	5	6	3	5	5
3	3	4	5	3	5	6
4	2	5	7	3	6	5
5	3	5	6	3	5	5
6	3	6	5	4	5	5
7	2	5	6	3	5	5
8	3	5	6	3	6	5
9	3	6	5	4	5	6
10	3	5	6	3	5	5

En la tabla 31 se presenta el ANVA para el atributo olor de la papaya mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva.

Tabla 31

ANVA para el atributo olor de los tratamientos de la papaya mínimamente procesada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	82,000 ^a	14	5,857	24,107	,000
Intersección	1233,067	1	1233,067	5075,122	,000
Tratamientos	79,733	5	15,947	65,634	,000
Panelistas	2,267	9	,252	1,037	,427
Error	10,933	45	,243		
Total	1326,000	60			
Total corregida	92,933	59			

^a R cuadrado = ,882 (R cuadrado corregida = ,846)

De la tabla 31 se puede deducir que, en la evaluación organoléptica los panelistas determinaron que entre los tratamientos existen diferencias altamente significativas en cuanto al atributo olor de la papaya mínimamente procesada envasada en atmosfera modificada pasiva, por lo tanto, realizamos la prueba de comparación de

medias de Tukey para verificar cual o cuales son los mejores tratamientos para este atributo olor.

En la tabla 32 se muestra la prueba de Tukey para los tratamientos según la evaluación sensorial del atributo olor.

Tabla 32

ANVA para el atributo olor de los tratamientos de la papaya mínimamente procesada

Tratamientos	Subconjunto		
	1	2	3
Testigo 1	2,6000		
Testigo 2		3,3000	
PEBD ₁ (5°C)			5,3000
PEBD ₂ (10°C)			5,4000
PEBD ₁ (10°C)			5,5000
PEBD ₁ (5°C)			5,7000
Sig.	,228	,943	,228

Alfa = .0,05.

De la tabla 32 se deduce que el tratamiento (PEBD₁) con temperatura de 5°C fue la que mejor promedio obtuvo según el panel evaluador para el atributo olor, cuya puntuación según la escala hedónica corresponde a ME GUSTA.

V. CONCLUSIONES

- 5.1 Las características físicoquímicas promedio de la papaya variedad Maradol fueron: peso: 1365,04 g; diámetro polar: 13,36 cm; diámetro ecuatorial: 18,98 cm; sólidos solubles (°Brix): 10,14, pH: 5,11, acidez titulable (% ácido cítrico): 0,88 y vitamina C (mg/100g): 49,90.
- 5.2 El envasado en atmósfera modificada pasiva de PEBD de 40 μ a los 28 días de almacenaje a 5°C de papaya Maradol mínimamente procesado presentaron menores pérdidas de peso que fue de 0,28% en tanto el testigo fue de 0,83% en las mismas condiciones.
- 5.3 El contenido de sólidos solubles (°brix) aumentó ligeramente en el envasado en atmósfera modificada (PEBD 40 μ) a 5°C durante almacenaje (28 días) de papaya Maradol mínimamente procesado que paso de 10,09 a 10,20°brix, mientras que en testigo paso de 10,06 a 10,89°brix en las mismas condiciones.
- 5.4 El valor de pH al final del almacenaje de 28 días en PEBD 40 μ a 5°C fue de 5,38, a 10°C de 5,72 y del testigo 5,50; que representó un 6,7%, 10,66% y 7,28% respectivamente.
- 5.5 El envase PEBD de 40 μ a 5°C a los 28 días de almacenaje de papaya Maradol presentaron menor degradación de vitamina C que fue de 2,07% en tanto el testigo fue de 2,64% en las mismas condiciones.
- 5.6 En el análisis sensorial los panelistas tuvieron una mejor puntuación para el envasado en atmósfera modificada de PEBD 40 μ y 60 μ a 5°C durante el almacenaje de 28 días cuyo valor fue de 5 que representó ME GUSTA

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 Realizar estudios grado de madurez de los frutos antes de ser cosechado a fin de hacer seguimiento estricto en la cadena de frío al utilizar atmosferas modificadas.
- 6.2 Realizar estudios de envasado en atmosferas modificadas con otros envases biodegradables a fin de exista equilibrio con la comercialización de las frutas y el medio ambiente.
- 6.3 Con los datos que se obtuvieron después de la investigación efectuada se recomienda para el almacenaje de papaya Maradol mínimamente procesada una temperatura de 5°C ya que presentó las mejores cualidades fisicoquímicas y sensoriales.

VII. Referencias bibliográficas

- Aguirre, C.; Fernández, V. (2009). El sabor de la papaya. Campo y Tecnología. N° 26, May/Jun. Colombia.
- Almenar E, 2005. Envasado activo de fresas silvestre. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.
- Artés, F. 2005. Avances en atmósfera modificada y envases de polímeros. 4º Cong. Iber. Tecnología Postcosecha Agroexportaciones. Porto Alegre, Brasil. CD Rom.
- Artes, F. 2006. El envasado en atmósfera modificada mejora la calidad de consumo de los productos hortofrutícolas intactos y mínimamente procesados en fresco. Universidad Politécnica de Cartagena. España.
- Artés, F.; y Allende, A. 2005. Minimal fresh processing of vegetables, fruits and juices. DA-WEN, Sun. Emerging technologies for food processing. San Diego, California: Elsevier Academic Press.
- Badui S. 2013. Química de los alimentos. Quinta edición. México.
- Belitz, H D. 2012. Química de los alimentos. Tercera edición. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Bico, S. L. S.; Raposo, M. F. J.; Morais, R, M. S. C.; y Morais M. M. B. 2009. Combined effects of chemical dip and/or carrageenan coating and/ or controlled atmosphere on quality of fresh-cut banana. Food Control. 20(5):508 - 514.
- Brasil I, Gomez C, Puerta A, Castell M, Moreira R. 2012. Polysaccharide-based multilayered antimicrobial edible coating enhances quality of fresh-cut papaya. Food Science and Technology 47, 39-45.
- Cruz, C. H. (2006). Los envases para alimentos y su diseño. Mundo Alimentario Marzo – Abril: 26 – 28.
- Dayron, A., Fischer, G. y Flórez, R. 2006. Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en empaques con atmosfera modificada. Revista Agronomía Colombiana. 24 (2): 306-316.
- Escobar, A.; Márquez, C. J.; Restrepo, C. E.; y Pérez, L. J. 2014. Aplicación de tecnología de barreras para la conservación de mezclas de vegetales mínimamente procesados. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 67(1):7237 - 7245.
- Esquivel L, Mechato A y Símpalo W. 2014. Efecto del cloruro de calcio en el procesamiento mínimo de papaya almacenada en refrigeración bajo atmósfera modificada, evaluado por el modelo D-óptimo. Rev. ICTI. Vol 1.

- Flores A. 2000. Manejo postcosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. 2da. Edición. Unellez, San Carlos, Cojedes, Venezuela, pp. 86-102
- García A. 2010. Guía técnica del cultivo de la papaya. centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PAPAY A.pdf>.
- Ghidelli, C. 2012. Efecto de recubrimientos comestibles y envasado en atmósferas modificadas en el control del pardeamiento en caupi rojo brillante. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 18 p.
- Giménez S y Melgarejo P. 2010. Envases plásticos en el envasado en atmósfera modificada. Disponible en: www.interempresas.net/envases.
- Gordon, J. 2010. Propuesta de mejoramiento de manejo poscosecha producidas en un sistema campesino asociativo). Proyecto Previo para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. ESCUELA POLITECNICA NACIONAL. Quito. Ecuador.
- Hurme E, Sipiläinen-Malm T, Ahvenainen R. y Nielsen T, 2013. Active and intelligent packaging. In T. Ohlsson and N. Bengtsson, Minimal processing technologies in the food industry. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd and CRC Press, LLC.
- INFOAGRO. (2014). El mercado de las frutas tropicales en la Unión Europea.
- Kader AA y Watkins CB, 2009. Modified atmosphere packaging-toward 2000 and beyond. Hort Technology 10: 483-486.
- Ljubica y Horst (2006) Atmósfera modificada en fruto de pepino dulce. Investigación Centro de estudios post-cosecha (CEPOC), Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile p 1-30
- Ma, G., R. Wang, C. Wang, M. Kato, K. Yamawaki, F. Qin y H. Xu. 2009. Effect of 1-methylcyclopropene on expression of genes for ethylene biosynthesis enzymes and ethylene receptors in post-harvest broccoli. Plant Growth Regul. 57, 223-232.
- Maia, R.; Fátima, N.; Alvarenga, D.; y Almeida, L. 2008. Characterization and effect of edible coatings on minimally processed garlic quality. Carbohydr. Polym. 72(3):403 - 409.
- Martínez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D. y Serrano, M. 2012. Modified atmosphere packaging maintains quality of table grapes. J. Food Sci. 68(5), 18381843.
- Mendoza, F. 2005. Orígenes de la papaya Maradol. Semillas del caribe Copyright ©

2003. Jalisco, México
- Mónaco E, Chiesa A, Trincherro G y Frascina A. 2005. Selección de películas poliméricas para su empleo con lechuga en atmósfera modificada. RIA. Revista de investigaciones agropecuarias, vol 34 núm 1. Pp 59-70.
- Nielsen, S. 2008. Análisis de los alimentos. Primera edición. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Olivas G y Barbosa-Cánovas G. 2005. Edible coating for fresh-cut fruits. Critical Trends Food Sci. Technol. 45,657-670
- Ospina S y Cartagena J. 2008. La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos Revista Lasallista de Investigación, vol. 5, núm. 2. Corporación Universitaria Lasallista Antioquia, Colombia.
- Osuna-García, J. A.; Beltrán, J. A.; Pérez-Barraza, M. H. 2005. Mejoramiento de vida de anaquel y calidad de papaya 'Maradol' con 1-Metilciclopropeno (1-MCP). Revista Chapingo Serie Horticultura 11(1): 7-12.
- Pinto, A., Martins, M., Dutra, E., Vitorazi, I. y Pereira, S. 2006. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sobre frigerção. Ciência e tecnologia de alimentos. 26(4): 744-748.
- Reyes M, Gómez-Sánchez Prieto I y Espinoza C. 2017. Tabla de composición de alimentos. 10ma ed. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. Lima. Perú.
- Reyes A, Trejo A, Lira A y Pascual S. 2016. Estudio comparativo del uso de atmósferas pasivas y activas en la conservación de papaya Maradol mínimamente procesada. IDCTA. Vol. 1, No 01. p 454-459.
- Rodríguez J. 2016. Envases para alimentos y migración de materiales. Consumer eroski diciembre. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-ytecnologia.php>
- Rodríguez-Sauceda R, Rojo-Martínez G, Martínez-Ruiz R, Piña-Ruiz H, Ramírez-Valverde B, Vaquera-Huerta H y Cong-Hermida M. 2014. Envases inteligentes para la conservación de alimentos. Ra Ximhai, vol. 10, núm. 6, julio-diciembre, pp. 151-173.
- Sánchez, C. 2010. Procesado mínimo de yuca. Tesis. Universidad de La Laguna, España
- Santamaría, F., Díaz, R., Sauri, E., Espadas, F., Santamaría, J. y Larqué, A. 2009. Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. Revista Agricultura Técnica en México. 35(3): 347-353.

- Sañudo, J., Siller, J., Osuna, T., Muy, D., Lopez, G. y Labavitch, J. 2008. Control de maduración en frutos de papayas (*Carica papaya* L.) con 1-metilciclopropeno y 2-acido cloro etilfosfónico. Revista Fitotécnica mexicana. 31(002): 141-147.
- Soler, G. 2009. Cambios en la expresión genética asociados a la maduración interna del fruto de los cítricos: identificación de rutas metabólicas implicadas en acumulación y eliminación de ácidos. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. España.
- Vitti, M.C., Sasaki, F.F., Miguell, P., Jacomino, A.P., Moretti, C.L., y Kluge, R.A. (2010). Atividade respiratória e aspectos microbiológicos de cultivares de batatas minimamente processadas e armazenadas em diferentes temperaturas. Ciência Rural, 40 :1, 208-212.
- Wills, R. y M. Warton. 2004. Efficacy of potassium permanganate impregnated into alumina beads to reduce atmospheric ethylene. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 129(3), 433-438.

ANEXOS

ANEXO 1

MÉTODO PARA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE VITAMINA C POR ESPECTROFOTOMETRÍA.

1.1 Descripción del método:

Preparar una solución de ácido oxálico al 0.4%. Pesar 8 g. de ácido oxálico, diluir y completar a 2000 ml. con agua destilada, preparar una solución estándar (madre) de ácido ascórbico al 0.1% en una solución de ácido oxálico al 0.4%.

Pesar 1 g. de ácido ascórbico, disolver y completar a 1000 ml con ácido oxálico al 0.4%.

Estándares de trabajo (E.T.). Tomar alícuotas de 1, 2, 3, 4, y 5 ml de ácido ascórbico al 0.1% y llevar a volumen de 100ml con una solución de ácido oxálico al 0.4%.

Estas soluciones enumeradas del 1 al 5 contendrán 1, 2, 3, 4, y 5 mg de ácido ascórbico por 100 ml respectivamente.

Solución coloreada (colorante), pesar 12 mg de 2.6 diclorofenolindofenol (DFLF), disolver y llevar a 1000 ml de volumen con agua destilada. Esta solución puede almacenarse por 15 días en frasco oscuro y en refrigeración.

Preparación de la curva estándar.

Tomar 4 tubos de prueba, enumeradas del I al IV y agregar lo siguiente:

I 10 ml de agua destilada

II 1 ml de ácido oxálico al 0.4% y 9 ml de solución coloreada

III 1 ml de ácido oxálico al 0.4% y 9 ml de agua destilada

IV 1 ml de E.T. N° 1 y 9 ml de solución coloreada.

Hacer las lecturas de absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 520 nm de la siguiente manera: Ajustar a cero la absorbancia usando el tubo I.

Leer la absorbancia del tubo II (L_1).

Ajustar a cero la absorbancia con la solución del tubo III.

Leer la absorbancia del tubo IV (L_2).

NOTA:

Las lecturas L_1 y L_2 deben hacerse 15 segundos después de su preparación.

Registrar L_1 y L_2 para cada estándar de trabajo (E.T) y construir la curva estándar.

Determinar L_1 como se describió anteriormente. En el tubo III colocar 1 ml de filtrado (muestra) y 9 ml de agua destilada y con esta ajustar a cero la absorbancia.

En el tubo IV colocar un ml de filtrado (muestra) más 9 ml de solución coloreada y registrar la absorbancia L_2 , después de 15 minutos.

Calcular ($L_1 - L_2$) y obtener la concentración de ácido ascórbico de la curva estándar.

1.2 Construcción de la curva estándar de vitamina C

Por medio del método espectrofotométrico, se construyó la curva estándar, basado en la reducción del colorante 2-6 diclorofenolindofenol por efecto de la solución del ácido ascórbico en presencia de ácido oxálico. Siendo el contenido de ácido ascórbico proporcional a la capacidad de un extracto de la muestra para reducir una solución estándar de colorante, esta capacidad es determinada por espectrofotometría, que se basa en la interacción de la materia con la radiación electromagnética a una determinada longitud de onda, conformado ésta, por un conjunto de fotones cargados de energía y que se desplazan a la velocidad de la luz en forma de ondas, produciéndose en la materia un nivel de absorción de esta energía en función a las concentraciones (Ley de Lambert - Beer) de soluciones preparadas de ácido ascórbico químicamente puro (Nielsen, 2008).

La metodología de la determinación de vitamina C se muestra en el anexo 1.

En la presente investigación, para la construcción de la curva estándar, se determinó a una longitud de onda de 560 nm. (Esta longitud de onda representa el valor máximo de una concentración definida del reactivo de color, el 2,6 diclorofenolindofenol medida a diferentes longitudes de onda).

Los resultados experimentales se muestran en la tabla A1.

Tabla A1: Valores de absorbancia para la construcción de curva estándar de vitamina C

mg. vitamina C/100 ml	L_1	L_2	$L_1 - L_2$
1	0.324	0.28	0.044
2	0.332	0.23	0.102
3	0,328	0,191	0,137
4	0,331	0,152	0,179
5	0,328	0,107	0,221

De la tabla A1, según las lecturas espectrofotométricas realizadas a longitud de onda de 560 nm, se observa que a medida que aumenta la concentración de ácido ascórbico, se incrementa también la densidad óptica ($L_1 - L_2$), resultados que

confirman la Ley de Lambert-Beer, referido por Nielsen (2008), que sostiene que la absorción de energía está en relación directa y proporcional en función a la concentración de la materia, siendo este, lineal en un rango de concentraciones menores a 0,01M.

Los resultados del análisis de regresión lineal para establecer el comportamiento y correlación entre la concentración y nivel de energía absorbida se presentan en la figura A1 y la tabla A1.

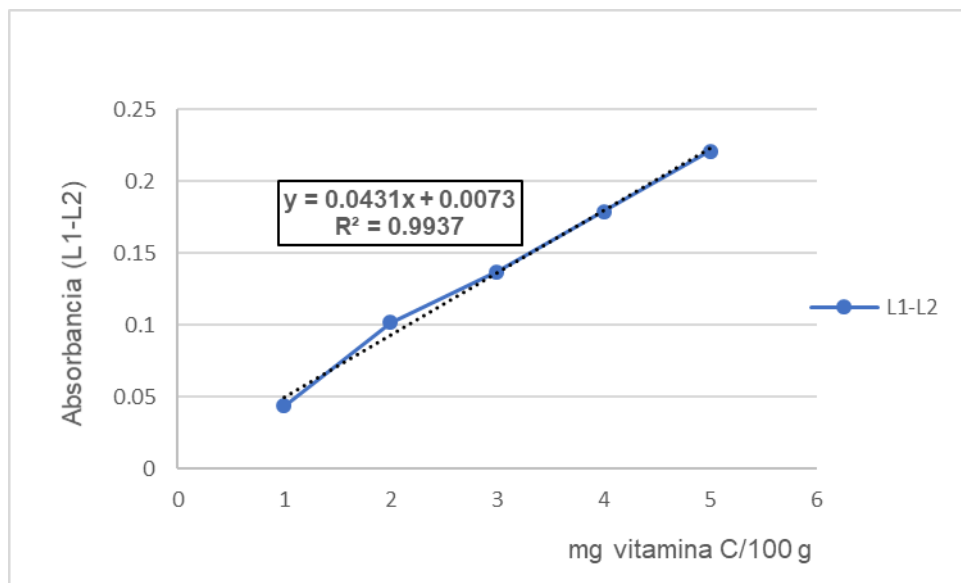


Figura A.1: Curva estándar para la determinación de vitamina C

$$\text{Absorbancia } (L_1 - L_2) = 0.0431X + 0.0073,$$

$$\text{Absorbancia } (L_1 - L_2) = 0.0431 * [\text{mg. A. Ascórbico}] + 0.0073,$$

Ecuación que relaciona la concentración de vitamina C (X) con el nivel de densidad óptica o absorbancia ($L_1 - L_2$), tal como se observa en la figura A1.

ANEXO 2
FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL - ESCALA HEDÓNICA

Atributo	Temperatura 5°C			Temperatura 10°C		
	Testigo	PEBD ₁	PEBD ₂	Testigo 2	PEBD ₁	PEBD ₂
<u>COLOR</u> 7= Me gusta mucho 6= Me gusta 5= Me gusta ligeramente 4= Ni me gusta ni me						
<u>SABOR</u> 7= Me gusta mucho 6= Me gusta 5= Me gusta ligeramente 4= Ni me gusta ni me						
<u>OLOR</u> 7= Me gusta mucho 6= Me gusta 5= Me gusta ligeramente 4= Ni me gusta ni me						

Observaciones:

.....

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA**

ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS PRESENCIAL

Conservación de papaya (*Carica Papaya*) mínimamente procesada y envasada en atmósfera modificada pasiva

Expositora: Rossmery Rodriguez Taipe
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

Expediente N° 020

Resolución Decanal N° 123-2021-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 04-10-2021.

- 01 -

La Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, realiza sustentación de tesis modalidad: virtual(Google meet), siendo las once de la mañana con cinco minutos del día jueves siete de octubre del año dos mil veintiuno, se reunieron vía virtual la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **Rossmery Rodriguez Taipe**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA, Mg. Percy Fermín VELASQUEZ CCOSI e Mg. JACK Edson HERNANDEZ MAVILA, bajo la Presidencia del Dr. Guido PALOMINO HERNÁNDEZ (Decano de la Facultad), Mg. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA (Docente Asesor de la Tesis), la M.C. Gloria Inés BARBOZA PALOMINO (Secretaria-Docente) y el público asistente.

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que la Secretaria Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Conservación de papaya (*Carica papaya*) mínimamente procesada y envasada en atmósfera modificada pasiva**, presentada por la Bachiller **Rossmery Rodriguez Taipe**. A continuación, la Secretaria-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 123-2021-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó a la Bachiller **Rossmery Rodriguez Taipe**, a través del aula virtual exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de cuarenta minutos.

Finalizada la exposición de la Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA, Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA y Mg. Percy Fermín VELASQUEZ CCOSI. Luego el Presidente invitó al Mg. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

Concluyo con esta etapa el Dr. Guido PALOMINO HERNANDEZ en su condición de presidente.



UNSCH

FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA

ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS PRESENCIAL

Conservación de papaya (*Carica Papaya*) mínimamente procesada y envasada en atmósfera modificada pasiva

Expositora: Rossmery Rodriguez Taipe
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

Expediente N° 020

Resolución Decanal N° 123-2021-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 04-10-2021.

- 01 -

Culminada la etapa de preguntas, el presidente del jurado invitó a la sustentante y al público para que se sirva salir de la línea conectada con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO CATORCE (14).**

Finalmente, el Presidente del Jurado dispuso que se invite a la Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la línea del sistema virtual, y anunció que la Bachiller **Rossmery Rodriguez Taipe**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA AGROINDUSTRIAL** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las doce del día con cincuenta y cinco minutos se dio por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis modalidad: virtual (Google meet). En fe de lo cual firmamos:

.....
Dr. Guido PALOMINO HERNANDEZ
Presidente

.....
Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA
Miembro

.....
Mg. Percy Fermín VELASQUEZ CCOSI
Miembro

.....
Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA
Miembro

.....
M.C. Gloria Inés BARBOZA PALOMINO
Secretaria-Docente



UNSCH

FACULTAD DE
**INGENIERIA QUÍMICA
Y METALURGIA**

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

La Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Que, el egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor de la Tesis M. Cs. CRONWELL EDUARDO ALARCON MUNDACA, se procedió a la evaluación de originalidad del archivo adjunto con el TURNITIN - UNSCH, **de acuerdo a los criterios establecidos en el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**; cuyos resultados son:

Tesis Conservación de papaya (carica papaya) mínimamente procesada y envasada en atmósfera modificada pasiva

Nombre y Apellido : Bach. **ROSSMERY RODRIGUEZ TAIPE**
Identificador de entrega : 2532172370
Fecha : 25-nov-2024 05:17p.m. (UTC-0500)
Archivo : Tesis_final_Rossmery_EPIA.pdf
(15.59M)

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del 26 % de ÍNDICE DE SIMILITUD realizado con Depósito de trabajos estándar, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 26 de noviembre del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA

E.P. Ingeniería Agroindustrial

MSc. Percy Fermín VELÁSQUEZ CCOSI
DIRECTOR

C.c.
Const. N°20-2024
Archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL
Av. Independencia S/N - Ayacucho
Telf. 066-303496
Correo: ep.agroindustrial@unsch.edu.pe

Conservación de papaya (carica papaya) mínimamente procesada y envasada en atmósfera modificada pasiva

por Rossmery Rodriguez Taipe

Fecha de entrega: 25-nov-2024 05:17p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2532172370

Nombre del archivo: Tesis_final_Rossmery_EPIA.pdf (15.59M)

Total de palabras: 18841

Total de caracteres: 96326

Conservación de papaya (carica papaya) mínimamente procesada y envasada en atmósfera modificada pasiva

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4%
3	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	vdocuments.es Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upct.es Fuente de Internet	1%
7	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%
8	CELIA ALMELA CAMAÑAS. "INCORPORACIÓN DE ACEITES ESENCIALES EN LA CONSERVACIÓN DEL CAQUI "ROJO"	1%

BRILLANTE" Y MELÓN "PIEL DE SAPO" MÍNIMAMENTE PROCESADOS", 'Universitat Politecnica de Valencia', 2015

Fuente de Internet

9	vsip.info Fuente de Internet	1 %
10	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
11	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	revistas.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	docobook.com Fuente de Internet	<1 %
15	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
18	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %

19	Submitted to Universidad de Los Llanos, UNILLANOS Trabajo del estudiante	<1 %
20	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.usm.cl Fuente de Internet	<1 %
22	1library.co Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Técnica Nacional de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
24	repositorio.usp.br Fuente de Internet	<1 %
25	www.tdx.cat Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo