

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE ATMOSFERAS
MODIFICADAS EN MANZANAS RECIÉN CORTADAS**

POR:

MARIA JOSÉ PONCE SOLIS

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

LICENCIADA EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2011

**IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE ATMOSFERAS
MODIFICADAS EN MANZANAS RECIÉN CORTADAS**

POR

MARIA JOSÉ PONCE SOLIS

MILDRE ELEAZAR TURCIOS Ms.C.

Asesor principal

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADA EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2011

DEDICATORIA

A **DIOS** sobre todas las cosas porque gracias a él hoy estoy cumpliendo un objetivo más en mi vida.

A mis queridos Padres **Luis Enrique Ponce Sandoval y Delia Marlen Solis Betancourt** ya que ellos han sido la motivación para finalizar esta meta y salir adelante.

A mis hermanos **Luis Enrique Ponce Solis, Pina María Ponce Solis, Joel David Vega.**

A mis abuelos **Raúl Solis DacostaGomez, Delia Argentina Betancourt** por sus sabios consejos y su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A **Dios** por darme la sabiduría necesaria para cumplir uno de mis sueños profesionales.

A **mis padres** por ayudarme en toda situación de mi vida, ya que ellos son un ejemplo a seguir.

A **mis hermanos** por ayudarme y apoyarme en todo momento.

A **mi familia** porque de una u otra manera siempre están conmigo.

A mis compañeras de cuarto **Grecia Daniela Navarro (More)** y **Vivian Celeste Hernández** por compartir momentos inolvidables.

A mis colegas especialmente a **Bayron Roberto Pineda** por su amistad y su apoyo incondicional.

A **José Luis Romero** porque nunca me dejó sola, siempre estuvo dispuesto ayudarme en toda situación.

A **Edward Ames** y **Jan Ames** ya que ellos fueron como mi familia durante los meses que realice mi investigación.

A **Dough Mecham** por ser el ángel que Dios mandó a motivarme, ayudarme, aconsejarme en mi carrera profesional, quien es como mi segundo padre.

A los maestros de la **UNA** especialmente a **Mildre Eleazar Turcios M.sc** quien ha puesto en mí el deseo de ser alguien en la vida y sacar adelante nuestro bello país Honduras que tanto lo Necesita.

A mi Alma mater **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por formar mi carácter y brindarme el pan del saber durante estos cuatro inolvidables años.

CONTENIDO

	pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos Específicos	2
III REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Definición de fruto como alimento.....	3
3.1.1 Manzana	3
3.2 Calidad de Post-cosecha en Manzana Gala	3
3.2.1 Índices de Cosecha	3
3.2.2 Índices de Calidad	4
3.2.3 Efectos de Etileno	4
3.2.4 Enfermedades	5
3.2.5 Sanitización de Sistemas de Agua	6
3.3 Alimentos Mínimamente procesados	7
3.3.1 Extender vida útil de frutas de IV Gama	7
3.3.2 Características de Envases usados para vegetales mínimamente procesados	9

3.4	Cómo afecta el aire a los alimentos almacenados	12
3.5	Riesgos microbiológicos de frutas frescas cortadas.	13
3.5.1	Medidas de control para reducir riesgos por patógenos en frutas frescas.	14
3.6	Atmósferas Protectoras.....	17
3.6.1	Ventajas del envasado al vacío (EV).....	17
3.6.2	Envasado en atmósfera modificada	18
3.7	Medición del color en los Alimentos Utilizando el método Hunter L*a* b*:	20
IV	MATERIALES Y MÉTODOS	22
4.1	Ubicación del Experimento	22
4.2	Materiales y Equipos Utilizados:.....	22
4.3	Metodología.....	23
4.4	Factor bajo Estudio.....	23
4.5	Variables de Respuestas	23
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1	Análisis de peso	25
5.2	Análisis de Color	26
5.3	Análisis de Firmeza	27
5.4	Análisis de Actividad de agua (a_w).....	28
5.5	Análisis de ° Brix	29
VI	CONCLUSIONES.....	31
VII	RECOMENDACIONES	32
VIII	BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXOS	35

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.Características de algunas películas empleadas en atmósfera modificada. 9

Cuadro 2.Comportamiento de Color según el tipo de envase 27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Medición del color en los alimentos utilizando el método Hunter L*a* b* ...	21
Figura 2 Características de film para Empaque.....	22
Figura 3 Comportamiento de la pérdida de peso según el tipo de envase.....	25
Figura 4 Comportamiento de la firmeza según el tipo de envase.....	28
Figura 5 Comportamiento de la a_w según el tipo de envase	29
Figura 6 Comportamiento de los ° brix de la manzana según el tipo de envase.	30

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Flujo de proceso.....	36
Anexo 2. Tipos de bolsas de envase.....	37

Ponce Solis, M. J. 2011. Implementación de la tecnología de atmosferas modificadas en manzanas recién cortadas. Tesis Tecnología Alimentaria. Catacamas Olancho; Honduras C.A, Universidad Nacional de Agricultura

RESUMEN

Esta Investigación fue desarrollada en los Laboratorios de Tecnología de Alimentos de la Universidad Estatal de Oregon, ubicada en la ciudad de Corvallis de los Estados Unidos de Norte América. Se utilizaron trozos de manzanas variedad Gala, empacadas al vacío, en atmosferas modificadas, sumergiéndola a una solución de ácido ascórbico, ya que esta solución ayuda a evitar el pardeamiento, seguidamente fueron envasadas en diferentes tipos de bolsas para observar cuál de ellas ayuda a extender por mayor tiempo la vida útil de la fruta, luego se colocaron en el lugar de almacenamiento a una temperatura de 10°C, porque es fruta fresca y deben de mantenerse en temperaturas bajas. El factor de estudio utilizado fue el tipo de envase, se trabajó con tres diferentes tipos de bolsas como ser: bolsa de polietileno, bolsa de poliéster, y bolsa de polietileno con zipper. Las variables de respuestas que se analizaron fueron: el peso promedio, color, firmeza, Actividad de Agua (A_w), Solidos Solubles ($^{\circ}$ Brix), estas fueron analizadas a los diez min, tres días, seis días, y nueve días para observar la variabilidad que existen en el tiempo de almacenamiento. Luego de haber analizados las variables se pudo establecer que la mejor bolsa para envasar al vacío utilizando atmosferas modificadas fue la bolsa de polietileno.

Palabras Claves: trozos manzanas, atmosferas modificadas, tipo de bolsa o envase.

I INTRODUCCION

Cada día el proceso de los alimentos va cambiando con el ánimo de satisfacer las necesidades del consumidor. En este sentido la fruta fresca como postre ha desplazado al yogur, flan, gelatina, helado u otros. Sin embargo, el consumidor busca productos que le ofrezcan un incremento en la nutrición, como vitaminas, energía, fibra de origen natural, por lo que hoy la industria alimentaria diseña nuevos productos que resulten atractivos, y a la vez cómodos para el consumo, como ser las frutas mínimamente procesadas (MP) que son una alternativa a la oferta de la industria, ya que sólo se les realizan operaciones de pelado, cortado y envasado; pero para alcanzar un buen resultado hay que tener presente los procesos fisiológicos y biológicos, como una variable condicionante de la vida media de las frutas enteras y de las MP.

La conservación de frutas en envases con atmósferas modificadas se presenta como una tecnología muy importante en la reducción de pérdidas y en el mantenimiento de la calidad. Las bajas temperaturas, las altas humedades relativas, la baja concentración de O₂ y la alta concentración de CO₂, son factores que reducen la respiración de la fruta y los cambios fisiológicos como la oxidación, ayudando a prolongar su vida de almacenamiento.

En esta investigación se evaluó empacar manzanas en atmosferas modificadas utilizando tres tipos diferentes de bolsas, para observar cuál de ellas ayuda alargar por más tiempo la vida útil.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar la implementación de atmosfera modificada en las manzanas recién cortadas.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de la eliminación o extracción del oxígeno en las cualidades de las Manzanas recién cortadas.
- Evaluar el efecto del uso de diversos tipos de bolsas, en las variables de respuesta: Color, a_w , °Brix y Firmeza.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Definición de fruto como alimento

Son de naturaleza pulposa, con frecuencia jugosa y debido a que se producen a partir de las flores de las plantas constan de varias semillas maduras rodeadas de una masa de tejido comestible.

3.1.1 Manzana

La Manzana *Malus doméstica* es un fruto de estructura firme, carnososa, derivada del receptáculo de la flor. Las características físicas del fruto son muy variables. El color de la piel va desde el verde hasta el rojo muy oscuro. El tamaño varia en un rango desde 75 milímetros hasta los 85 milímetros o más, y su peso oscila a partir de 170 gramos hasta 250 gramos. La manzana es una fruta que llama la atención en los mercados porque se puede encontrar casi todo el año en unas magníficas condiciones de calidad y lista para ser consumida. Esto es posible gracias a las buenas prácticas de manipulación y conservación del alimento que existen hoy en día. Después de su recolección, a las manzanas que van a ser almacenadas se les aplican diversos métodos de conservación, como el enfriamiento rápido de la fruta, el almacenaje en cajas con películas plásticas y la refrigeración controlada, que reducen la pérdida de agua y evitan que la piel se arrugue (Eroskiconsumer 1998).

3.2 Calidad de Post-cosecha en Manzana Gala

3.2.1 Índices de Cosecha

- El cambio de color de fondo de verde a verde claro o blanco puede ser el más útil indicador para los cosechadores.

- El comienzo de la degradación del almidón puede también indicar el tiempo de cosecha (Egaña 2010).

3.2.2 Índices de Calidad

- Firmeza, crujiente, ausencia de harinosidad.
- Sabor, incluye sólidos solubles, acidez titulable y compuestos aromáticos volátiles.
- Ausencia de defectos como golpes, pudrición, partiduras de la cavidad calcinar y pedúnculos, picado amargo (bitter pit), daño por insectos, etc.
- Porcentaje de coloración de la manzana (calidad visual solamente).
- Temperatura Óptima de Almacenamiento: $0^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ($32 \pm 2^{\circ}\text{F}$)
- Enfriar rápidamente, esta manzana se ablanda velozmente
- Humedad Relativa Óptima: 90 a 95%
- Tasa de Respiración: 6.5 a 8 ml/kg·h a 0°C (32°F), Para calcular el calor producido multiplique mL $\text{CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ por 440 para obtener Btu/ton/ día o por 122 para kcal/ton métricas/día.
- Tasa de Producción de Etileno: 4 a 12 $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$ a 0°C (32°F)
- Acidez Titulable (directa, % p/p ácido cítrico anhídrido) 0.40 – 0.80
- Sólidos Solubles (°brix directo a 20°C) 30.0 – 32.0

Estas índices son especialmente aplicables según Egaña 2010 para la manzana variedad Gala.

3.2.3 Efectos de Etileno

El etileno puede acelerar la senescencia y la pérdida de firmeza. La disminución de la concentración de etileno puede reducir la susceptibilidad al escaldado y cumple un papel primordial en la regulación y control de los procesos metabólicos y en particular con los ligados a la maduración, hasta el extremo máximo que en su ausencia la plena maduración es imposible, se le ha llamado por ello la hormona de la maduración. La exposición de los frutos climatéricos al etileno adelanta la aparición de un incremento irreversible en la actividad respiratoria y la rápida maduración. El envasado en atmósfera modificada puede retrasar la aparición del climaterio y prolongar la vida útil

de los frutos al reducir la producción y sensibilidad al etileno, Incluso los frutos y hortalizas no climatéricas se pueden beneficiar de la reducción en la sensibilidad al etileno y de una menor intensidad respiratoria bajo las condiciones de la atmósfera modificada (Mitcham 2000).

La producción de etileno se reduce por los bajos niveles de O₂, elevados de CO₂, por lo que, conviene que sea eliminado hasta niveles a los que no sea fisiológicamente activo, existiendo procedimientos adecuados como depuradores o eliminadores de amplia utilización actualmente a escala industrial (Crisosto 2000).

3.2.4 Enfermedades

Entre algunas enfermedades de mayor importancia durante la pos cosecha de la manzana se pueden mencionar:

Moho azul (*Penicillium expansum*)

Es la enfermedad más importante en la pos cosecha de manzana. Las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad pueden ser significativas aunque pueden ser minimizadas si se aplican apropiadas prácticas de sanitización con sistemas de agua clorada, Enfriar la fruta rápidamente y se evitan las heridas durante la manipulación de la fruta. Esta enfermedad se trata de una podredumbre blanda que se origina en general a partir de una herida. En el centro aparece el signo del hongo (*Penicillium* spp.) de color blanco y luego se recubre de una esporulación azul de donde viene su nombre. Este hongo no solamente es responsable de la podredumbre de los frutos, sino que también produce una mico toxina cancerígena llamada patulina, la que puede alcanzar niveles tales que descalifiquen la fruta para procesado (Fagro 2010).

Según el Codex Alimentario el ácido ascórbico provoca la desaparición de la Patulina del zumo (jugo) de manzana, aunque no se han establecido completamente las condiciones óptimas para su eliminación. La patulina es relativamente estable con respecto a la temperatura, especialmente en condiciones de pH bajos, se ha señalado que

los tratamientos a alta temperatura (150°C) por un tiempo breve tienen como consecuencia una reducción del 20 por ciento, aproximadamente, de las concentraciones de patulina. Sin embargo, el tratamiento térmico por sí solo no es suficiente para garantizar un producto exento de este contaminante (CAC/RCP 2003).

No existen pruebas concluyentes que demuestren que la patulina es carcinogénica. No obstante, se ha demostrado que tiene efectos inmunotóxicos y que es neurotóxica en los animales. El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) llegó a la conclusión de que no se podía efectuar una evaluación de la carcinogenicidad de la patulina en los seres humanos y de que los datos obtenidos en los animales de laboratorio no eran suficientes. El JECFA (El Comité Mixto FAO/OMS Expertos en Aditivos Alimentarios) evaluó la patulina en 1990 y volvió a evaluar el contaminante en 1995. En esta última evaluación, se consideró el hecho de que la mayor parte de la patulina ingerida por ratas se eliminaba en 48 horas, y el 98 por ciento en siete días. Un estudio sobre los efectos combinados de la patulina en la reproducción, la toxicidad a largo plazo y la carcinogenicidad señaló una ingesta sin consecuencias nocivas de 43 µg/kg de peso corporal al día. Sobre la base de ese trabajo y utilizando un factor de seguridad de 100, el JECFA estableció, con carácter provisional, una ingesta diaria máxima tolerable de 0,4 µg/kg de peso corporal (CAC/RCP 2003).

Pudrición por Mucor (*Mucor hiemali*)

Algunos huertos tienen propágulos de Mucor en el suelo. La sanitización para mantener el suelo libre de contaminación de aguas de drenaje es importante. No debe colocarse fruta que ha caído al suelo en cajones de almacenamiento. El cloro no controla este organismo y no hay fungicidas efectivos. El mucor continúa creciendo lentamente aún a 0°C (32°F) (Kader, 2000).

3.2.5 Sanitización de Sistemas de Agua

La sanitización de sistemas de agua utilizados para manipulación de las manzanas es importante. El cloro a 50 - 100 ppm es muy efectivo, pero el nivel de cloro activo y el

pH (7.0) de la solución debe ser chequeados y ajustados frecuentemente. Cuando el hipoclorito de sodio líquido es usado, el sodio se acumulara y esto puede quemar el tejido de las manzanas. Se recomienda el cambio de agua en el sistema una vez al día para reducir el riesgo de quemadura de cáscara de manzana. La variedad Gala es muy sensible a la quemadura por sodio (Mitcham 2000).

3.3 Alimentos Mínimamente procesados

Desde el inicio de la humanidad el hombre ha buscado la forma para conservar sus alimentos por más tiempo, iniciando esa búsqueda con técnicas rudimentarias como el salado o el secado al sol. Conforme la ciencia ha avanzado se han empleado métodos de conservación más sofisticados en los que se han aplicado diversos factores de conservación como la temperatura, a_w , pH o la adición de conservadores; sin embargo, al emplearse cada uno de ellos por separado y en magnitudes elevadas se provoca un daño considerable en la calidad del producto al perderse parte de sus propiedades sensoriales y nutritivas.

Es por ello que desde hace dos décadas y ante la creciente demanda por parte de los consumidores de alimentos de alta calidad y lo más parecidos a un producto fresco, han surgido los denominados alimentos mínimamente procesados, en los que se aplican en forma inteligente y combinada los factores de conservación convencionales, los cuales en dosis bajas representan obstáculos para el crecimiento microbiano y las reacciones deteriorativas (Giraldo 2006).

3.3.1 Extender vida útil de frutas de IV Gama

La demanda de frutas y vegetales mínimamente procesados continúa creciendo en los mercados de la mayoría de los países. Estos productos son nutricionalmente sanos y bien adaptados a los estilos de vida de los consumidores modernos, que llevan vidas muy ocupadas, pero están preocupados por su salud. Las Frutas recién cortados se consideran una importante oportunidad de negocio en el sector de la Industria. Frutas de IV Gama difieren significativamente de hortalizas de IV Gama debido al impacto

negativo que los tratamientos pueden tener en la respiración de los frutos y los atributos de calidad. Por lo tanto, la búsqueda de estrategias que minimicen estos efectos negativos es uno de los principales campos de investigación en esta área (Rojas 2006). Los recubrimientos comestibles ofrecen excelentes perspectivas para ampliar la vida útil de los productos de IV Gama, es

tos pueden reducir los efectos nocivos causados por las operaciones de procesamiento mínimo, aplicado como barreras semipermeables, que se pueden utilizar para reducir la migración de la humedad y solutos, así como disminuir el grado de intercambio de gases, la respiración y las reacciones oxidativas, de esta manera, los recubrimientos pueden conducir a una disminución sustancial en los trastornos fisiológicos de los productos. La incorporación de nutrientes adicionales, la mejora de las características sensoriales o las inclusiones de los antimicrobianos se encuentran entre los posibles beneficios que un recubrimiento comestible tiene para ofrecer. El desarrollo de películas comestibles y recubrimientos como portadores de principios activos se considera un sistema de paquetes prometiendo que sería mantener la frescura de frutas pre cortadas y vegetales. Recubrimientos comestibles han sido reconocidos por aplicaciones innovadoras más allá de sus usos actuales (Subramanian 2000).

En general, los recubrimientos comestibles están compuestos de ceras naturales, polisacáridos y proteínas, formando un envase ideal desde el punto de vista medioambiental, puesto que son biodegradables y pueden ser consumidos con el producto. Además en el futuro, estos recubrimientos podrían reducir la necesidad de refrigeración y el coste de almacenamiento por el uso de atmósferas controladas (Olivas 2005).

Los recubrimientos comestibles pueden aplicarse en forma de finas capas de material alrededor (y en algunos casos “dentro”) de los alimentos mediante su utilización se reducen la respiración, deshidratación y mejora el brillo de los frutos. Los recubrimientos formados por solo lípidos son muy frágiles y friables, por lo que, se han de aplicar en combinación con una matriz de soporte no lipídica. Cera de abeja, parafina, salvado de arroz y candelilla se han aconsejado en combinación con otros lípidos o polisacáridos, para ofrecer una barrera selectiva a la transmisión de gases, vapor de agua y otros solutos que ayuden a proteger al alimento (Aguilar 2007).

3.3.2 Características de Envases usados para vegetales mínimamente procesados

La principal característica a considerar cuando se seleccionan los materiales para el envasado en atmósfera modificada de frutas y hortalizas son:

Permeabilidad requerida y selectiva para los distintos gases, transparencia y brillo, peso ligero, no tóxicos, resistencia a la rotura y al estiramiento, facilidad para sellarse por calor a temperatura relativamente baja, que no reaccionen con el producto, buena resistencia térmica y al ozono, buena transmisión del calor, adecuado para uso comercial, facilidad de manejo y etiquetado.

Para el envasado de frutas y hortalizas en atmósfera modificada se seleccionan films de una permeabilidad intermedia de gases. La Tabla 1 proporciona la transmisión de vapor de agua y la permeabilidad a O₂, CO₂, N₂, de algunos films de empaquetado utilizados para el envasado en atmósfera modificada de productos frescos (Minguillon 2002).

Cuadro 1. Características de algunas películas empleadas en atmósfera modificada.

<i>Película plástica</i>	<i>Transmisión de vapor de agua. (g/m² . 24 h)</i>	<i>Permeabilidad a los gases (cm³ /m² . 24 h. atm)</i>		
		<i>Oxígeno</i>	<i>Dióxido de Carbono</i>	<i>Nitrógeno</i>
Poliéster orientado	25-30	50-30	180-390	15-18
Poliestireno orientado	100-125	5000	18000	800
PVC rígido	30-40	150-350	450-1000	60-150
PVC plastificado	15-40	500-30000	1500-46000	300-10000
Polietileno (LDPE)	18	7800	42000	2800
Polipropileno orientado	6-7	2000	8000	400
Polipropileno orientado recubierto con PVdC	4-5	10-20	35-50	8-13

Fuente: Parry 1999.

Utilizando estos films se pueden obtener las atmósferas modificadas de equilibrio deseadas. Sin embargo, debido a las diferencias en la intensidad de respiración de las frutas y hortalizas individuales y el efecto de la temperatura sobre la respiración y la permeabilidad a los gases, el tipo de film de empaquetado requerido para conseguir

cualquier atmósfera modificada de equilibrio debe definirse para cada producto a cualquier temperatura de almacenamiento concreta.

La permeabilidad a los gases de un material concreto de empaquetado depende de diversos factores, como la naturaleza del gas, la estructura y espesor del material, temperatura y humedad relativa. El CO_2 , O_2 , N_2 , penetran a velocidades completamente diferentes. Sin embargo, el orden CO_2/O_2 y O_2/N_2 se sitúa siempre en el rango 3-5. Por tanto es posible estimar la permeabilidad de un material plástico al CO_2 o N_2 cuando solamente se conoce la permeabilidad al O_2 (García 2006).

Los tipos de películas plásticas disponibles en el mercado han proliferado notablemente en los últimos años. Sin embargo, solo unos pocos polímeros son empleados normalmente en la fabricación de películas flexibles para el envasado de productos vegetales frescos: Policloruro de vinilo (PVC), Polietileno (PE), Poliestireno, Polipropileno (PP). El grupo de las poliolefinas (que incluye el PE y el PP entre otros) son los polímeros más utilizados. Se caracterizan por sus buenas propiedades como barrera al vapor de agua, permeabilidad a los gases relativamente alta, buena respuesta al sellado térmico (Ruiz 2002).

Polietileno (PE)

El polietileno, polímero de etileno, es el plástico más importante usado en envases y embalajes. Se clasifica en tres grupos principales:

PEBD (polietileno de baja densidad): 0,910 a 0,925 g/cm³. - PEMD (polietileno de densidad media): 0,926 a 0,940 g/cm³. - PEAD (polietileno de alta densidad): 0,941 a 0,965 g/cm³. El polietileno de baja densidad (PEBD) es el tipo de PE más utilizado en el envasado, en forma de películas, sobre todo para la producción de bolsas. El PEBD admite fácilmente el termo sellado. La gama de los PEBD está formada por diversos materiales que contienen agentes resbalantes o anti resbalantes, según las exigencias que requiera el embalaje de acuerdo a la estabilidad en la estiba (Tanohuye 2009).

Las bolsas para el embalaje de productos perecederos, que contienen agentes deslizantes, representan otra aplicación del PEBD. En síntesis, el PEBD es un material para envasado resistente y flexible, con usos múltiples. El polietileno de densidad media (PEMD), a diferencia del PEBD, es un material utilizado en aplicaciones que requieren mayor rigidez o un punto mayor de ablandamiento. Sin embargo, el PEMD es algo más caro que el PEBD. El polietileno de alta densidad (PEAD) es un material más rígido que los dos anteriores. Puede someterse a temperaturas que alcanzan los 120 grados centígrados, lo que permite utilizarlo como embalaje esterilizable por vapor (*USI* 2009).

El PEAD, en forma de cintas, puede servir para la fabricación de sacos tejidos. Sin embargo, para ésta última aplicación, es más común el polipropileno. Los PE, en todas sus formas, debido a sus propiedades, resultan plenamente adecuados para utilizaciones en envase y embalaje. Ante todo, ofrecen una buena protección contra la humedad y el agua (dependiendo de la densidad utilizada). El PE es fácil de sellar en caliente y conserva su flexibilidad a temperaturas muy bajas. Puede emplearse en congelación profunda, a temperaturas inferiores a -50 grados centígrados. Además, su curva de viscosidad presenta un aspecto uniforme en distintas temperaturas; ello permite manejarlo y transformarlo fácilmente. Desde el punto de vista del impacto fisiológico, durante su disposición final, los únicos productos de la combustión del PE son el bióxido de carbono y el agua. Sin embargo, el PE, especialmente el PEBD, es muy permeable al oxígeno y presenta baja resistencia a las grasas (*Monzón* 2009).

Si este material está mal convertido libera un olor desagradable cuando la temperatura de extrusión es muy alta. Además, el PEBD es difícil de manejar en la maquinaria de envasado, sobre todo a su baja rigidez. El PE transparente, con una estructura cristalina, puede obtenerse por enfriamiento rápido después de la extrusión; de lo contrario su apariencia es blancuzca y translúcida. La mayor parte de los PE se utiliza como películas extruidas, en la manufactura de envolturas, sobres y bolsas. También el PE es extruido como revestimiento de papeles y cartones sólidos y es el material más utilizado en el proceso de soplado para la fabricación de botellas y frascos, tubos flexibles, cajas, jaulas, barriles, etc. Otra función importante del PE es la fabricación de diferentes tipos de cierres, en donde su inercia química representa una ventaja. Las películas de PE

orientadas y pre estiradas, tienen amplia utilización en las operaciones de envoltura (Tanohuye 2009).

- **Poliéster (polímero)**

El poliéster ($C_{10}H_8O_4$) es una categoría de polímeros que contiene el grupo funcional éster en su cadena principal. Los poliésteres que existen en la naturaleza son conocidos desde 1830, pero el término poliéster generalmente se refiere a los poliésteres sintéticos (plásticos), provenientes de fracciones pesadas del petróleo. El poliéster termoplástico más conocido es el PET. Como resultado del proceso de polimerización, se obtiene la fibra, que en sus inicios fue la base para la elaboración de los hilos para coser y que actualmente tiene múltiples aplicaciones, como la fabricación de botellas de plástico que anteriormente se elaboraban con PVC, este polímero se obtiene a través de la condensación de dioles (grupo funcional dihidroxilo).

Las resinas de poliéster (termoestables) son usadas también como matriz para la construcción de equipos, tuberías anticorrosivas y fabricación de pinturas. Para dar mayor resistencia mecánica suelen ir reforzadas con cortante, también llamado endurecedor o catalizador, sin purificar.

Estas capas prevén la barrera anti oxígeno, protege los alimentos de las quemaduras del congelamiento, protege alimentos como el queso de hongos y endurecimiento, protege a las carnes del desarrollo de bacterias, protege a los cereales, galletas, chips, pan y productos crujientes de que se hagan bofos y rancios, los bordes internos de las bolsas, están hechos para sacar todo el aire, conserva los alimentos por más tiempo (Corpac, 2009).

3.4 Cómo afecta el aire a los alimentos almacenados

El aire frío del refrigerador quema y deshidrata los alimentos congelados. En presencia de oxígeno, las bacterias y microorganismos crecen y se reproducen, lo que acelera la descomposición de los comestibles. En presencia de oxígeno, los alimentos con alto

contenido graso, como las nueces y el aceite vegetal, desarrollan un olor y sabor rancios. Además de oxígeno, el aire también contiene humedad, cuya presencia hace que los alimentos pierdan su frescura, causa endurecimiento en alimentos sólidos, como el azúcar o la sal. Para sobrevivir y propagarse, los insectos requieren oxígeno. En su ausencia, los insectos desaparecen, es por ello que hay que saber las cualidades que contienen el alimento antes de almacenar (Montero 2009).

3.5 Riesgos microbiológicos de frutas frescas cortadas.

Los alimentos consumidos crudos son potencialmente más peligrosos que los alimentos que se cocinan previamente al consumo, ya que el tratamiento de cocción destruye muchas de las toxinas producidas por los microorganismos (incluyendo *C. Botulinum*) y causa la muerte de patógenos infecciosos (como *E. coli O157:H7*). Las frutas frescas cortadas son adquiridas con la confianza de que son seguras o inocuas, por lo que el consumidor las ingiere directamente al sacarlas del empaque. Existen diferentes motivos por los que el riesgo de contaminación con microorganismos en frutas frescas cortadas se incrementa con respecto a frutas frescas enteras (De Ancos *et al* 2003).

El proceso al que se les somete como pelado, cortado (trozos, rodajas, tiras, cubos, etc.), destruye la barrera natural de protección del vegetal, favoreciendo la salida de nutrientes (azúcares, etc.) y la contaminación con microorganismos alterantes o patógenos.

El perfeccionamiento en el diseño inteligente de combinaciones de distintas tecnologías de conservación o barreras adecuadas a cada tipo de alimento, como la selección del envase (permeabilidad, películas impregnadas con antimicrobianos, etc.) temperaturas y atmósferas modificadas óptimas, ha permitido prolongar la vida útil de las frutas frescas cortadas, el tiempo suficiente para que tenga lugar el crecimiento de algunos patógenos humanos que, en otras circunstancias, no hubieran podido alcanzar niveles infecciosos en tiempos de almacenamiento más cortos (De Ancos *et al* 2003).

3.5.1 Medidas de control para reducir riesgos por patógenos en frutas frescas.

Se han considerado que la prevención en la contaminación de frutas frescas y hortalizas con patógenos microbianos, niveles dañinos de residuos químicos o contaminantes físicos, es la estrategia más efectiva para garantizar que esos alimentos sean saludables e inocuos para el consumo humano (Garrett *et al* 2003).

Entre las estrategias desarrolladas para garantizar productos inocuos al consumidor podemos señalar: las buenas prácticas de agricultura, manufactura y la implementación de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos. Estas estrategias han sido recomendadas por diferentes organismos, así en 1998, la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) emitió una guía para la industria llamada “Guía para minimizar los peligros microbianos para la inocuidad de alimentos en frutas frescas y hortalizas, la cual describe las prácticas de buena agricultura y manufactura (GAPS y GMPs, respectivamente). Esa guía cubre calidad del agua, manejo de estiércol, entrenamiento de trabajadores, desinfección y transporte (Rajkowski y Baldwin 2003).

Un año más tarde en 1999, el Comité de Advertencia Nacional en Criterio Microbiológicos para Alimentos de los Estados Unidos (NACMCF, 1999), recomendó varios pasos para garantizar la inocuidad microbiológica de frutas frescas y hortalizas desarrollando siete recomendaciones específicas. Ellas son: Buenas Prácticas de Agricultura, Buenas Prácticas de Manufactura, Programas de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, Entrenamiento a Operarios, Evaluación de Riesgos, investigación y mejores sistemas de trazabilidad en frutas para investigar sobre brotes relacionados con este tipo de productos (Rajkowski y Baldwin 2003).

Para minimizar los riesgos de infecciones o intoxicaciones asociadas a frutas frescas cortadas, se deben identificar las fuentes potenciales de contaminación desde la materia prima hasta su consumo en la mesa y las medidas específicas para prevenir y/o minimizar los riesgos de contaminación deben ser consideradas y correctamente implementadas. En aquellos casos en que las posibilidades de contaminación no puedan ser excluidas se deben aplicar procesos de descontaminación.

La materia prima de la que se parte para obtener las frutas frescas cortadas, es de suma importancia y el industrial o procesador debe contar con un proveedor que le garantice materia prima de buena calidad. Cada uno de los pasos del procesamiento de frutas frescas cortadas afecta la micro-flora del producto final, así como también la manipulación post-procesamiento.

Hay que considerar puntos críticos del procesamiento: el lavado, pelado, cortado y acondicionamiento (incluye, inmersión en soluciones antioxidantes, soluciones con compuestos para mantener una buena textura del producto y escurrido). Esto debido a que el producto entra en contacto con los operarios, equipos y soluciones, los cuales podrían ser fuentes de contaminación. Del mismo modo, son críticos la temperatura (que debe ser de refrigeración) y el envasado.

Esto significa que la higiene y la aplicación de buenas prácticas sanitarias por parte de los operarios y el uso de equipos con superficies limpias y desinfectadas, juega un papel fundamental en la reducción de las posibilidades de contaminación por microorganismos y que el mantenimiento de una temperatura baja, es vital durante todo el procesamiento, distribución, venta y almacenamiento en casa. El lavado con soluciones de cloro es el método más ampliamente utilizado para descontaminar la superficie de las frutas y áreas de procesamiento. Sin embargo, existen otros métodos como son, el uso de bromo, yodo, fosfato trisódico, compuestos de amonio cuaternario, ácidos, peróxido de hidrogeno, ozono e irradiación.

Algunos desinfectantes son apropiados para usarlos en lavado por contacto directo, mientras que otros solamente se utilizan para las superficies de los equipos de procesamiento, transporte y almacenamiento de la frutas. El lavado con soluciones de cloro, es considerado un punto crítico de control en un Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control para evitar los patógenos humanos en productos frescos cortados terminados (Zhuang *et al* 2003).

Otro factor importante a considerar es la temperatura del agua de lavado, ya que puede producirse la infiltración de microorganismos al interior del fruto como consecuencia de

un diferencial de temperatura. Así Zhuang *et al* (1995), encontraron niveles significativamente mayores de *Salmonella montevideo* (incorporados en la superficie de tomates a 25°C) cuando fueron sumergidos en una suspensión a 10° C que en una suspensión de células a 25 o 37°C. Las condiciones de envasado, la integridad del mismo y la refrigeración desde la producción hasta la puesta en venta son también puntos de control importantes para la vida útil de frutas frescas cortadas. Generalmente una estrategia aplicada para prevenir las alteraciones de las frutas cortadas y poder alargar la vida útil del producto final, es envasar en atmósfera modificada (Soliva-Fortuny *et al* 2004)

Sin embargo, el uso de atmósferas modificadas no es una buena defensa contra patógenos como *Listeria monocytogenes* y *Aeromonas hydrophila* que podrían estar presentes. Las empresas de alimentos están inmersas actualmente en procesos de implantación y certificación de sistemas de gestión y aseguramiento de la calidad dentro de sus cadenas productivas y más recientemente de sistemas de trazabilidad. En general, las normativas referentes a sistemas de trazabilidad permiten determinar el origen de un problema de seguridad alimentaria, acatar los requisitos legales y satisfacer las expectativas de los consumidores sobre seguridad y calidad de los productos consumidos, logrando una identificación exacta y a tiempo del alimento, su origen, ubicación dentro de la cadena de abastecimiento y retiro eficiente del mismo, si fuese necesario (Martín-Belloso 2003).

El pH de las frutas y hortalizas podría influir sobre los tipos de microorganismos responsables de la descomposición y contaminación durante la vida útil de un producto. La mayoría de los frutos, como limones, naranjas, piñas, melocotones y manzanas, tienen valores de pH inferiores a 4.5. Bajo estas condiciones ácidas, el *Clostridium botulinum* no puede crecer y producir su toxina potencialmente mortal. En consecuencia estos frutos ácidos pueden ser envasados al vacío con seguridad o envasados en films de baja permeabilidad, herméticamente cerrados, de modo que se puedan formar las condiciones anaerobias generadas de forma pasiva. Aunque en atmósferas con bajos contenidos de O₂, pueden tener lugar indeseables reacciones de

fermentación, la elevada acidez de los frutos garantiza que el consumidor está protegido de los riesgos potenciales de las toxinas botulínicas (Oms-Oliu *et al* 2008).

3.6 Atmósferas Protectoras

Para mantener el estado natural de los alimentos se recurre actualmente a distintas técnicas de envasado. De esta forma se logra conservar y proteger el alimento durante periodos más largos de tiempo. Las técnicas más utilizadas son:

-Vacío: Donde simplemente se elimina el aire.

-Atmósferas Controladas: La composición del gas que rodea al alimento se mantiene constante a lo largo del tiempo mediante un control continuado.

-Atmósferas Modificadas: La composición de gases se ajusta al principio del almacenamiento, generalmente en el momento de envasar el alimento y no se vuelve a modificar (Parry 1999).

3.6.1 Ventajas del envasado al vacío (EV)

Con respecto a otros sistemas de envasado en atmósfera protectora el EV presenta las siguientes ventajas:

- Dentro de los distintos métodos de envasado en atmósfera protectora es el más sencillo y económico puesto que no hay consumo de gases en él.
- La baja concentración de oxígeno que permanece en el envase tras evacuar el aire inhibe el crecimiento de microorganismos aerobios y las reacciones de oxidación.
- Favorece la retención de los compuestos volátiles responsables del aroma. Este aspecto es muy apreciado por el consumidor en determinados productos como el café.
- Impide las quemaduras por frío, la formación de cristales de hielo y la deshidratación de la superficie del alimento gracias a la barrera de humedad de pequeño espesor existente entre el material de envasado y el producto (Gabero 2002).

Inconvenientes del envasado al vacío

Sus principales inconvenientes en comparación con otros procesos de envasado en atmósfera protectora son según (Montero 2006):

- Es un método poco recomendable para productos de textura blanda o frágil, con formas irregulares y para aquellos en los que su presentación es de gran importancia (como los platos preparados) porque pueden deformarse de manera irreversible con el vacío. Deben extremarse las precauciones en alimentos con superficies cortantes o salientes para evitar la rotura del material de envasado al evacuar el aire.
- Tampoco es adecuado para alimentos que precisan cierta cantidad de oxígeno. Por ejemplo, las carnes rojas sufren variaciones de color en ausencia de este gas que resultan poco atractivas para el consumidor.
- En ocasiones, la formación excesiva de arrugas en el material de envasado dificulta la visualización del producto y su presentación final resulta menos agradable.
- En algunos casos, se ha observado la acumulación de exudado en productos envasados al vacío durante periodos de tiempo prolongados.

3.6.2 Envasado en atmósfera modificada

Dentro de los tres tipos de envasado en atmósfera protectora, esta tecnología es la de aparición más reciente. El envasado en atmósfera modificada (EAM o MAP en sus siglas inglesas, *modified atmosphere packaging*), consiste en la evacuación del aire contenido en el envase y la inyección del gas o de la combinación de gases más adecuado a los requerimientos del producto. Si se envasan en atmósfera modificada alimentos con una actividad metabólica importante, como frutas y hortalizas frescas, es imprescindible emplear materiales de permeabilidad selectiva. En caso contrario, su vida útil se reduce considerablemente.

La estructura de estas láminas poliméricas permite el intercambio de gases entre el espacio de cabeza del envase y la atmósfera exterior. Gracias a ello, se alcanza un estado de equilibrio entre los gases consumidos y producidos por el alimento y los que entran y salen a través de la película de envasado. De esta manera, se logra mantener una composición gaseosa dentro del paquete muy similar a la de partida. En el resto de productos los cambios en la atmósfera creada se deben a reacciones enzimáticas de poca intensidad y al paso de los gases a través del material de envasado. Para ellos se seleccionan láminas de alta barrera en las que la difusión de los gases es mínima (Ruiz 2006).

Ventajas del envasado en atmósfera modificada

Frente a otras tecnologías de envasado en atmósfera protectora el EAM ofrece las siguientes ventajas:

- Es un sistema aplicable a una amplia variedad de productos (vegetales, cárnicos, lácteos, etc.) independientemente del tratamiento de elaboración y conservación al que se someten (frescos, refrigerados, congelados) y de sus características (el EAM es válido para alimentos de textura blanda).
- Mantiene la calidad organoléptica del producto porque inhibe las reacciones de pardeamiento, de oxidación, preserva el color rojo en la carne fresca, etc.
- Soporta el metabolismo activo de los productos frescos y mínimamente procesados (Chamarro 2000).

Inconvenientes del envasado en atmósfera modificada

Entre los principales inconvenientes de este sistema de envasado se encuentran:

- Es imprescindible realizar un buen diseño de la atmósfera interna para garantizar la conservación del producto durante el tiempo necesario.
- Una vez cerrado el envase no puede controlarse la composición gaseosa del espacio de cabeza y, por tanto, no hay posibilidad de compensar las variaciones que ocurren en ella causadas por el metabolismo del propio alimento, la salida de los gases a través del material de envasado, etc.
- Los costes se incrementan por el consumo de gases de envasado y la inversión inicial en los sistemas de control de fugas.
- Se requiere más espacio para el almacenamiento, transporte y exposición en el punto de venta de los paquetes con atmósfera modificada porque tienen un volumen mayor.
- Pueden aparecer problemas de colapso del envase y formación de exudado en atmósferas con una proporción elevada de dióxido de carbono.

Los términos “envasado en atmósfera controlada” y “envasado en atmósfera modificada” se utilizan con frecuencia como sinónimos. Sin embargo, esto es incorrecto porque son dos sistemas de conservación diferentes. En el EAM el paquete se cierra herméticamente tras la introducción de los gases y, a partir de ese momento, el productor no puede variar la composición de la atmósfera interna a voluntad como sucede en el AAC (Cabello 2005).

3.7 Medición del color en los Alimentos Utilizando el método Hunter L*a* b*:

El hunter lab es un equipo que sirve para medir los colores de las frutas a continuación se mostrara la escala que se utiliza para trabajar y obtener un mejor resultado. El eje L va de arriba hacia abajo, el máximo para L es de 100, lo que sería un difusor perfecto reflejo. El mínimo para L sería cero, lo que indica un color negro. Los ejes A y B no tienen límites numéricos específicos, un positivo es de color rojo, un negativo es de

color verde. B positivo es amarillo y B negativo es azul. Posteriormente se muestra un diagrama del cazador L, un espacio, b color (Huter Lab 2000).

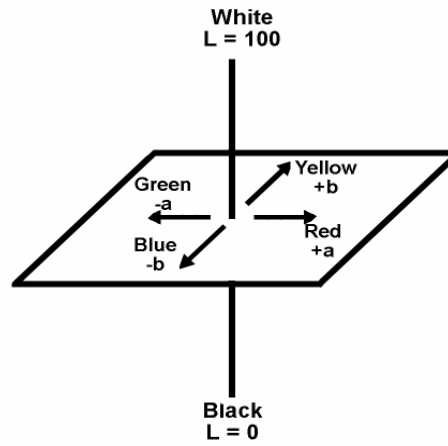


Figura 1 Medición del color en los alimentos utilizando el método Hunter L*a* b*

IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del Experimento

El experimento se realizó en los Laboratorios de Tecnología de Alimentos de la Universidad Estatal de Oregon, ubicada en la ciudad de Corvallis de los Estados Unidos de Norte América.

4.2 Materiales y Equipos Utilizados:

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

- Máquina de Vacío para atmosferas Modificadas marca Vaccum Sealer V-300
- Material de empaque “films de una permeabilidad intermedia de gases.” Que contenga Poliéster, PVdC, Adhesivo, Polietileno y otros, tal como se muestra en la Figura 2

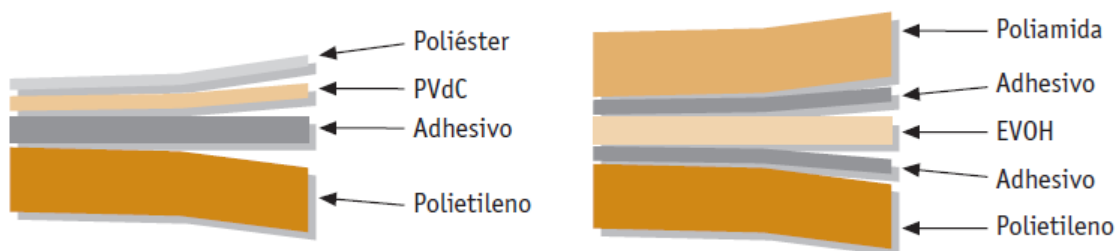


Figura 2. Características de film para empaque

- Entre los equipo de medición y análisis de experimento se usaron: un Medidor de color marca Hunter Lab, Refractómetro marca KEM, Medidor de Aw de marca Aqua Lab, Analizador de textura marca stable microsystem, balanza analítica marca mettler PM4000, termómetro, Ácido Ascórbico, gabacha, guantes, cronometro

- Cortador de manzanas, equipo de cómputo para el análisis y elaboración de datos, redecilla.

4.3 Metodología

Las manzanas fueron adquiridas en el mercado local procurando que fueran las más frescas posibles, se procedió a lavar las frutas y cortarlas con un cortador de manzanas en seis pedazos para obtener tamaños iguales, luego estas se sometieron en una solución de ácido ascórbico con una concentración al 2% durante 5 min, seguidamente se empacaron en dos tipos de bolsas para observar el mayor tiempo de duración, después del envasado se mantuvieron a una temperatura de 10°C y estas posteriormente fueron examinadas en días diferentes para observar su comportamiento.

4.4 Factor bajo Estudio

El factor que se estudió en el presente trabajo fue:

4.4.1 Tipo de bolsa: se trabajó con tres tipos de bolsas, la primera bolsa o bolsa “tipo a” su composición es de polietileno, la bolsa “tipo b” su composición es de poliéster como lo representa la Figura 1, estas dos tipos de bolsas se sellaron en la máquina de vacío la que contenía una resistencia eléctrica y la bolsa tres “tipo c” es de polietileno pero su sellado no se hizo en caliente esta posee su propio tipo de sellado que consiste en un zipper tal como se muestra en el Anexo 3

4.5 Variables de Respuestas

Estas variables se analizaron a los 10 min, 3 días, 6 días, 9 días para observar los cambios ocurridos en el tiempo estipulado.

Peso Promedio: Después de trocear la fruta en seis pedazos se tomó uno de ellos, este se introdujo en la solución de ácido ascórbico al 2%, posteriormente se procedió a evaluar su peso en una balanza analítica marca mettler PM4000, luego se introdujo a la bolsa respectiva y se procedió al sellado, cada muestra se rotulo y estas se introdujeron a el almacenamiento en frio (10 °C).

Color: Posteriormente de haber pesado e introducido dicho pedazo de manzana en la solución de ácido ascórbico se procedió al análisis de color usando el colorímetro Hunter Lab, seguidamente se continuó con el análisis de las otras variables.

Firmeza: Seguidamente se colocó el pedazo de manzana en el Analizador de textura marca stable microsystem haciendo la práctica cinco veces en diferentes lados para obtener un mejor promedio de la firmeza. La lectura de esta variable se hizo a los 3, 6, 9 días.

Actividad de Agua (a_w): Después de haber tomado lectura de las variables anteriores el pedazo de manzana se partió en pedazos pequeños y se introdujo en el medidor de aw marca Agua Lab para observar la cantidad de agua que poseía o adquirió cada pedazo de manzana.

° **Brix:** Una vez ya hechas las demás lecturas de las variables anteriores, el pedazo de manzana se introdujo a la licuadora y del líquido obtenido se depositaron unas cuantas gotas al Refractómetro marca KEM para observar la cantidad de solidos solubles que poseía.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis de peso

La Figura 2 muestra la pérdida de peso según el tipo de envase, así el envase “tipo a” (envase de polietileno) tiene un comportamiento creciente gradual de la pérdida del peso en el tiempo, esto se debe posiblemente a que la bolsa es permeable a los gases, por lo tanto, la fruta continuo su proceso bioquímicos y hubo producción de CO_2 y por ende hay una reducción del peso de la muestra; en cambio el “tipo b” (envase de poliéster) tiene un comportamiento normal durante los primeros seis días, es decir, hay una pequeña ganancia de peso y desde ese momento hay un cambio brusco en dicha ganancia y por último el envase el “tipo c” (bolsa de polietileno con zipper) hay una perdida brusca hasta los seis días, luego se estabiliza sin lograr recuperar su valor inicial; esto posiblemente pudo darse a que la bolsa no tiene un buen sellado, por lo tanto, pudo ocurrir que ingreso O_2 y los procesos metabólicos continuaron, los productos como el CO_2 o H_2O del proceso de respiración en estado de vapor se desplazaron de las membranas celulares.

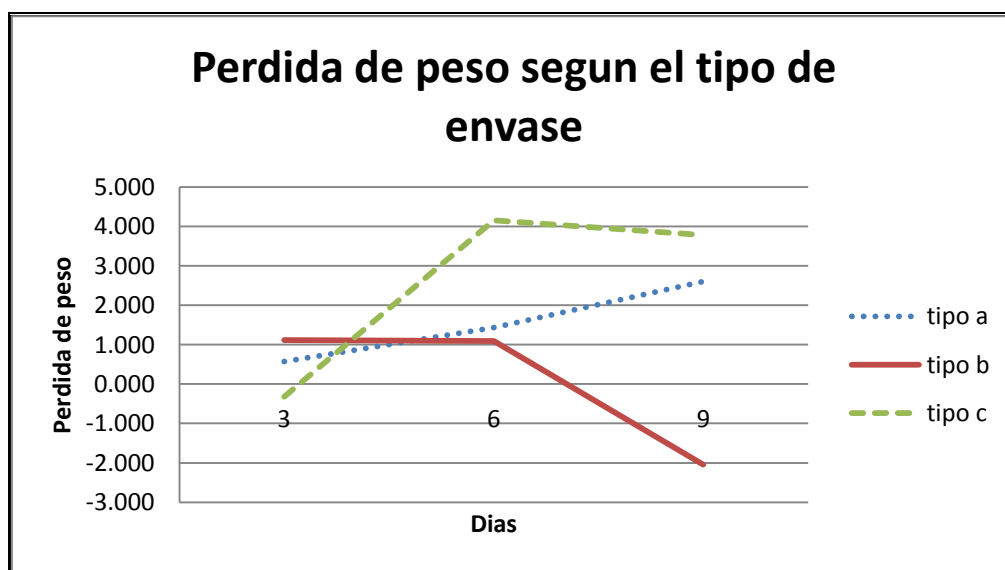


Figura 3 Comportamiento de la pérdida de peso según el tipo de envase.

5.2 Análisis de Color

El Cuadro 2 ilustra el comportamiento de color que obtuvo las muestras de manzanas durante el tiempo de almacenamiento en los diferentes tipos de envases. El envase “tipo a” (envase de polietileno) muestra que el color blanco (L) de la fruta fue más intensa a los tres días de almacenamiento, es decir su pardeamiento fue de menor cantidad, sin embargo, este valor tuvo poca variación en el tiempo y entre los diferentes tipos de bolsa no se aprecia mayores cambios solo para la envoltura o tipo c (bolsa de polietileno con zipper) se aprecia una reducción de color L para los días 6 y 9 gradualmente.

Luego el color rojo (+A) presento un cambio brusco a los 6 y 9 días, es decir que a los 3 días el trozo de manzana presento un color tendiendo a un color verde (-A) y a los 6 y 9 días recupera su color, y entre los tipos de bolsa a, b y c presentan valores de colores muy similar. En cuanto al color amarillo (+B) se aprecia que para el envase tipo a (bolsa de polietileno) inicio con un valor de color (24,8) pero a los 6 días presento una variación hacia lo oscuro, sin embargo, a los 9 días recupero dicha intensidad de color, al realizar la comparación entre los envases a, b y c los tipos a y b presentan mucha similitud en cambio el tipo c (polietileno con zipper) inicia con una intensidad mayor pero con el tiempo se estabiliza.

La intensidad del oscurecimiento y cambios en el color está influenciada por la concentración de formas activas de la enzima y por el contenido de fenoles del tejido vegetal. Este contenido de fenoles depende de numerosos factores, como son la variedad, la madurez del fruto, el tipo de empaque, o incluso los factores medioambientales (Cano y col 2004).

Cuadro 2.Comportamiento de Color según el tipo de envase

Tiempo	Tipo a			Tipo b			Tipo c		
	L	A	B	L	A	B	L	A	B
3 Días	87,59	-0,66	24,8	85,325	0,41	25,145	84,745	1,54	31,07
	±1,04	±0,22	±3,01	±0,575	±0,74	±0,165	±1,285	±0,51	±4,23
6 Días	87,245	2,07	17,405	85,715	0,91	24,305	77,74	0,93	22,975
	±0,345	±1,63	±6,655	±0,955	±0,27	±0,165	±0,38	±0,57	±1,365
9 Días	85,88	2,14	27,69	-	-	-	76,745	1,12	23,515
	±1,02	±1,28	±2,19	-	-	-	±1,265	±0,45	±0,125

5.3 Análisis de Firmeza

La Figura 3 muestra la firmeza que obtuvo el producto después de ser envasado. El envase “tipo a” (envase de polietileno) nos ilustra que la manzana tuvo un incremento suave de firmeza hasta los seis días y luego un descenso brusco, esto pudo deberse al tipo de bolsa ya que presenta un elevado coeficiente de (permeabilidad CO₂/permeabilidad O₂), importante para permitir un descenso en la concentración de O₂ sin que aumente excesivamente el CO₂ en el interior del envase y esto hace que los procesos de respiración del trozo de manzana paren haciendo posiblemente que la pared celular tenga mayor resistencia y por lo tanto se de una variación en la firmeza. El envase “tipo b” (envase de poliéster) ilustra un incremento y descenso similar al de “tipo a” y esto se debe a que este tipo de envase tiene una composición de resina termoestable que es resistente al intercambio de vapor o gases (humedad).

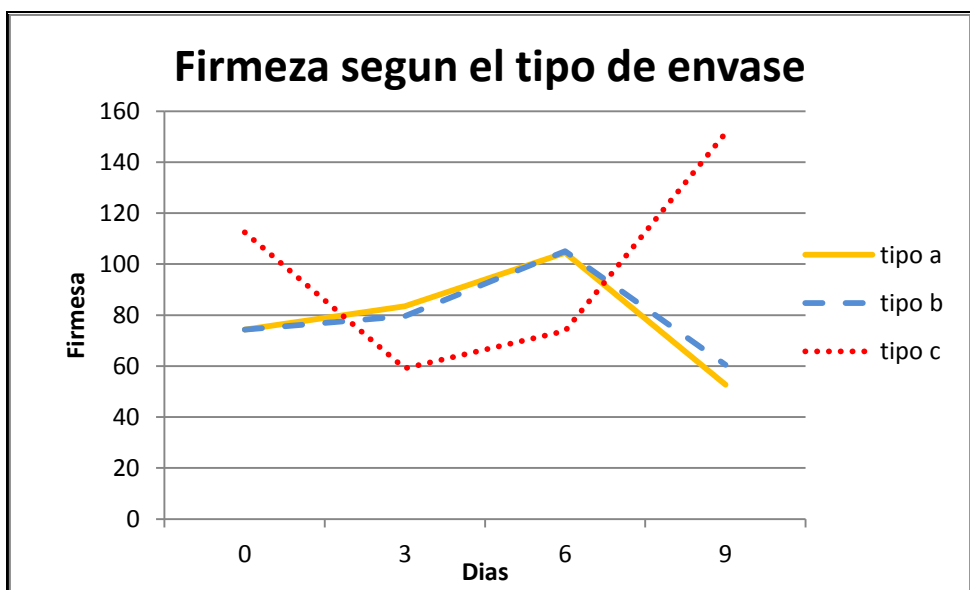


Figura 4 Comportamiento de la firmeza según el tipo de envase

El envase “tipo c” (bolsa de polietileno con zipper) muestra un comportamiento muy diferente a los otros tipos de envases, así: este envase de polietileno con sello de zipper presentó un descenso de su firmeza hasta los tres días, luego se dio un aumento brusco de los seis y nueve días, este cambio se pudo dar por el tipo de envase que es permeable o permite el intercambio de gases, lo que permitió que el trozo de manzana continuara con sus procesos bioquímicos produciendo pérdida de peso por la producción y fugas de CO₂ e inicialmente la pared celular se debilitara, pero con el tiempo dicha pared se deshidrató haciendo que la fuerza necesaria para romper la barrera o película formada fuera mayor.

5.4 Análisis de Actividad de agua (a_w)

La Figura 4 ilustra el valor de a_w que poseía la muestra según el tipo de envase. El envase “tipo a” (envase de polietileno) obtuvo pérdida de a_w a los tres días, luego inició a recuperar dicho valor hasta que a los 9 días sobrepasó su valor inicial. Sin embargo la tendencia o comportamiento en el tiempo fue relativamente similar.

Los valores de a_w para los envases b y c fueron muy similares entre ellos, a pesar que el envase b es de poliéster y envasado al vacío y el envase tipo b es de polietileno con sello de zipper, estos iniciaron con una caída del valor de a_w hasta los tres días y luego se recupera a su valor inicial gradualmente a los 9 días, esto se debe posiblemente que el vegetal mantuvo activo sus procesos bioquímicos y se produjo salida de vapor de agua del interior de la célula, pero al estabilizarse la concentración de CO₂ y O₂ en el interior del envase, la fruta se estabilizó en cuanto a este parámetro.

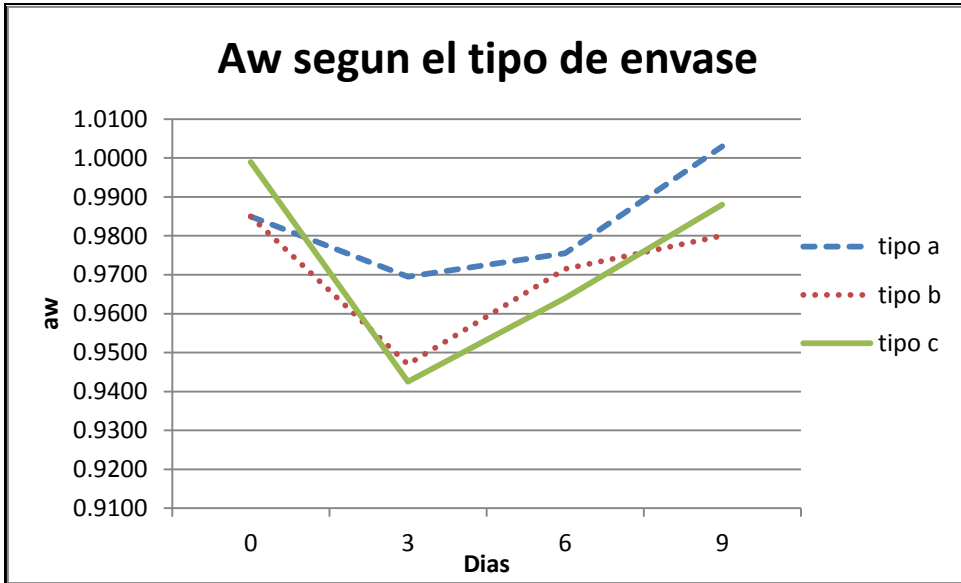


Figura 5 Comportamiento de la a_w según el tipo de envase.

5.5 Análisis de ° Brix

La Figura 5 muestra el comportamiento de ° brix en el tiempo para los tres tipos de envase. Los envases a y b presentan una tendencia a bajar gradualmente pero un valor menor al 0.5 ° brix, vale recordar que estos dos tipos estaban empacados al vacío. Sucedió lo contrario para el tipo de bolsa de polietileno con zipper (tipo c) que presentó un incremento en el contenido de sólidos solubles, esto se debe posiblemente a que hubo presencia de oxígeno y los procesos bioquímicos siempre se mantuvieron, es decir, los almidones se fraccionaron a monosacáridos, hasta que al interior de la bolsa se alcanzó un equilibrio de los gases y dichos procesos bioquímicos se detuvieron.

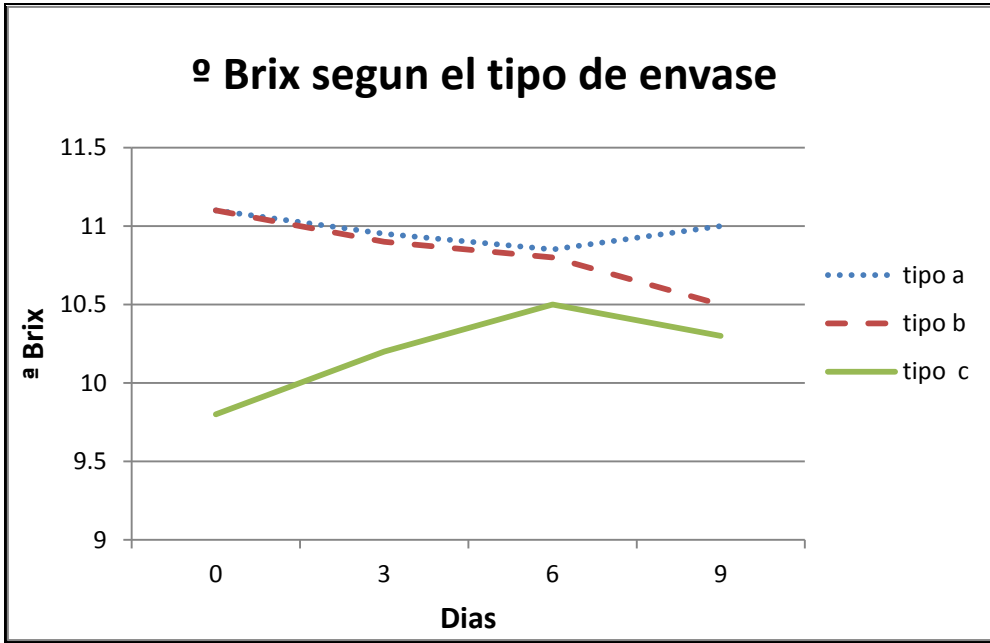


Figura 6 Comportamiento de los ° brix de la manzana según el tipo de envase.

VI CONCLUSIONES

- El efecto de la eliminación del oxígeno al envasar trozos de manzanas en atmosferas modificadas ayudo a que el pardeamiento de dichos trozos disminuyera.
- Se pudo observar que el mejor tipo de bolsa para empacar al vacío utilizando atmosferas modificadas fue la bolsa de polietileno, ya que la composición de dicha bolsa tiene características que ayuda a que las variables de respuestas como el color, a_w , °brix y firmeza se mantengan, sin mucha variabilidad.
- La tecnología de atmosferas modificadas ayuda a que las características físico químicas del alimento se mantengan por mas tiempo.

VII RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar un modelo matemático y estadístico para las próximas investigaciones en el área de alimentos mínimamente procesados.
- Realizar trabajos similares de investigación sobre la implementación de atmosferas modificadas, utilizando los tipos de gases como ser: CO₂, N₂.
- Se recomienda hacer pruebas microbiológicas para determinar el grado de contaminación que obtiene los pedazos de manzanas.

VIII BIBLIOGRAFÍA

Arroyave, Echeverri, A. 2005. Desarrollo de alimentos funcionales por incorporación de sustancias con actividad fisiológica a la matriz estructural de zanahoria (*daucus carota*, L.) (en línea). Consultado 11 May 2011. Disponible en:

http://www.kriptia.com/ciencias_tecnologicas/tecnologia_de_los_alimentos/conservacion_de_alimentos/2#114802

Ayala-Zavala, JF; Rosas-Domínguez, C; Vega-Vega, V. 2010. Antioxidant Enrichment and Antimicrobial Protection of Fresh-Cut Fruits Using Their Own Byproducts (en línea). Consultado 8 May 2011. Disponible en:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2010.01792.x/full>

Cortés, RM; Chiralt BA. 2008 Cinética de los cambios de color en manzana deshidratada por aire fortificada con *vitamin e. vitae* (en línea). Consultado 25 May 2011. Disponible en:

<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/artpdfred.jsp?icve=169815394002>.

De Souza, EC; Boas, EVDV; Boas, BMV. 2007. *Science and Agro technology*. 31(6):1811–1817

FAO/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura; who food standars (cac/rcp) 2003 Código de prácticas para la prevención y la reducción de la contaminación por patulina del zumo (jugo) de manzana (en línea) Consultado el 3 dic 2011. Disponible en: <http://www.codexalimentarius.net/search/advancedsearch.do>

Frías, JM; Barry-Ryan, C; Martín-Diana, AB. 2007. *Trends in food science & technology*. 18(4):210–218

García Iglesias, E; Gago Cabezas, L; Fernández Nuevo, J, L. 2009 tecnologías de envasado en atmósfera protectora (en línea). Consultado 5 May 2011. Disponible en: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt3_tecnologias_de_ensado_en_atmosfera_protectora.pdf

Hanel, K.2006. Fresh-cut: selección producción y post-cosecha (en línea). Consultado 16 May 2011. Disponible en: http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh194/34_37.pdf

Martín-Belloso; O. Rojas-Graü, M.A, 2004. Factores que afectan la calidad de frutas mínimamente procesadas. En Simposio “Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados en Iberoamérica”. III Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. San José, Costa Rica. Eds González, G. y Cuamea, F. Pag. 17-23.

Millan Trujillo,F,R; lopez pla, S; Roa Tavera. 2001. Estudio de la estabilidad microbiológica del melón (cucumis melo l) mínimamente procesado por impregnación al vacío.51(2):173-179.

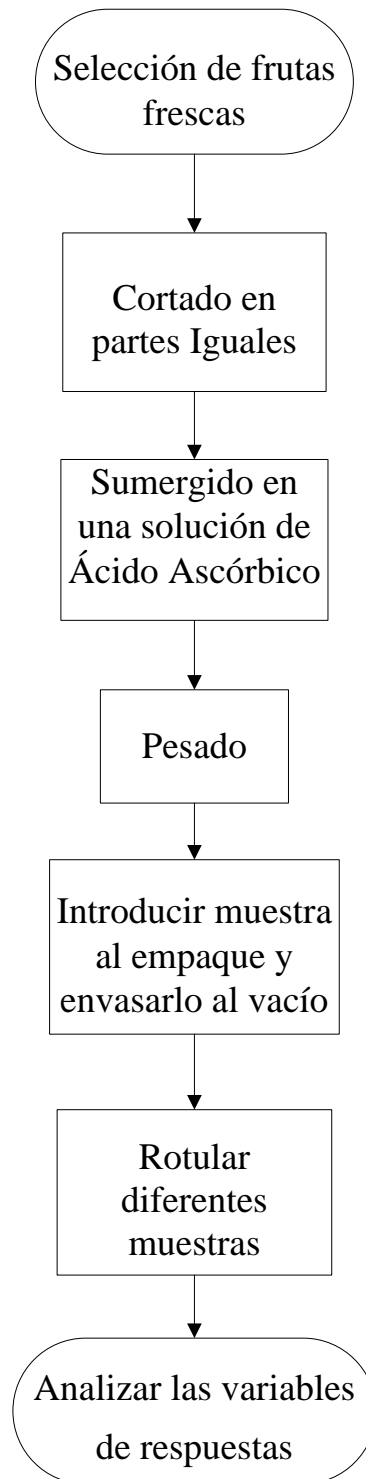
Mitcham, E,J. Crisosto, C, H; Kader, A, A. 2000 Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha. (en línea) consultado el 26 Nov 2011. Disponible en <http://www.coolforce.com/facts/espanol/Manzanagala.html>.

Rojas Grau, M, A. 2006. Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: una nueva estrategia de conservación (en línea). Consultado 10 may 2011. Disponible en: http://www.kriptia.com/ciencias_tecnologicas/tecnologia_de_los_alimentos/conservacion_de_alimentos/2#118223

Tanohuye,M, H; Monzón Izquierdo, P. 2000. Unidades del Sistema Internacional en materia de Envases y Embalajes (USI). (en línea). Consultado 3 Dic 2011. Disponible en:http://www.cmptrujillo.org.pe/colmedic/digemid/9_Estudio_para_elaborar_Guia_EnvasesyEmbalajes.pdf

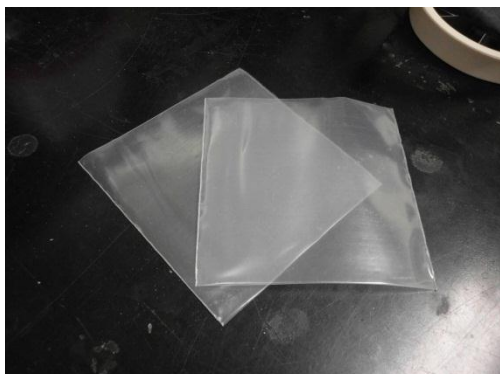
Anexos

Anexo 1. Flujo de proceso.



Anexo 2. Tipos de bolsas de envase.

Bolsa de Polietileno



Bolsa de Poliéster



Bolsa de polietileno con Zipper

