



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

U. N. A. M.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de Exámenes Profesionales

ENVASE Y EMBALAJE DE ALIMENTOS:

**SELECCIÓN DE UN ENVASE FLEXIBLE PARA
CONTENER TOSTADAS (CONSERVANDO
SU SABOR ORIGINAL) CON EL MAYOR TIEMPO
DE VIDA DE ANAQUEL.**

**TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**PRESENTA:
ROBERTO CARLOS GUERRERO KEES**

**ASESOR:
DR. JOSÉ LUIS ARJONA ROMÁN**

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



Departamento de
Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Envase y Embalaje de Alimentos: Selección de un envase flexible para contener
tostadas (conservando su sabor original) con el mayor tiempo de vida de anaquel.

que presenta el pasante: Roberto Carlos Guerrero Kees
con número de cuenta: 9005306-1 para obtener el título de :
Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 16 de mayo de 2002

MODULO

PROFESOR

FIRMA

II

Dr. José Luis Arizpe Román

III

M. en C. María de la Luz Zambrano Zaragoza

IV

Dr. Victor Manuel Avalos Avila

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

A MI MADRE

***Por tu ejemplo de amor, tenacidad y apoyo incondicional
todos los días mi vida.***

A MI PADRE

***Por tu amor y dedicación en mi formación diaria y
profesional***

A LAURA Y OSCAR

Por impulsarme a ser cada día mejor en todo lo que hago

A SOFIA

Por tu amor y paciencia absoluta

A RODRIGO, ALEJANDRO Y HECTOR

Por estar siempre conmigo

A NETZER Y ADRIAN

Por todo lo vivido

**A TODOS LOS QUE OLVIDE
Gracias**

INDICE

Indice

Indice de Cuadros

Indice de Figuras

Introducción	1
Objetivos	2
1. Generalidades	3
1.1 Funciones del Envase	3
1.2 Definición de Tostada	5
1.3 Principales cambios físicos y químicos en los componentes de las Tostadas	8
1.4 Reacciones de deterioro de las grasas y lípidos	10
1.5 Estudios Aplicables para la evaluación del Deterioro	14
1.6 Evaluación sensorial	15
1.7 Polímeros Utilizados para el envase de alimentos	17
1.8 Tipos de envases utilizados para Tostadas de Maíz	26
2. Desarrollo Metodológico	28
3. Análisis de Resultados	32
4. Conclusiones	38
5. Bibliografía	39

INDICE DE CUADROS

No. 1	Formulación de la Tostada	6
No. 2	Métodos de Prueba de Evaluación Sensorial	15
No. 3	Permeabilidad de varios polímeros	25
No. 4	Resultados de experimentación (Laminación)	32
No. 5	Resultados de experimentación (Pellicula)	33

INDICE DE FIGURAS

No. 1	Proceso de Manufactura de las Tostadas	6
No. 2	Tostada de Harina de Maíz	7
No. 3	Cuadro metodológico del proyecto	31
No. 4	Resultados Laminación	33
No. 5	Resultados Película	34
No. 6	Comparativo de Laminación vs Película	35
No. 7	Aceptación General	37

A lo largo de la historia, el hombre a tenido como prioridad la conservación de los alimentos; los cuales pueden ser conservados de diferentes maneras, que van desde un simple cocido hasta un complicado sistema de liofilización. La conservación de los alimentos es un reto al que se enfrentan a diario los ingenieros y tecnólogos en alimentos, por esta razón la tecnología de envases ha tenido gran desarrollo en los últimos años.

La función de los envases es la protección de lo que contienen; además de prolongar el mayor tiempo posible la vida útil de los alimentos, con la más alta calidad al menor costo.

Actualmente existe una gran variedad materiales de envase para alimentos, como lo son: papel, cartoncillo, cajas plegadizas, envases de vidrio, plásticos envases rígidos y flexibles (películas, foils, laminaciones y recubrimientos), tapas, liners, cierres inviolables, envases metálicos (hojalata, aluminio), etc.

De los cuales, el vidrio ha tenido gran utilización debido a la gran barrera de protección que ofrece a los alimentos, sin embargo, materiales como el aluminio en laminación proporciona una excelente barrera a muchos factores indeseables que se presentan en los alimentos. En los últimos años la tendencia a utilizar polímeros en envases se ha incrementados debido a los avances en su desarrollo, lográndose materiales con una gran capacidad de barrera al oxígeno y en general a los gases, con una gran ventaja: un costo muy reducido.

Este trabajo tiene como objetivo seleccionar la mejor alternativa de envase para tostadas de maíz, conservando sus características originales alargando al máximo su vida útil.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Selección de un envase flexible para contener Tostadas (conservando su sabor original) con el mayor tiempo de vida de anaquel.

Objetivo Particular 1.

Analizar y seleccionar las películas plásticas flexibles de baja permeabilidad al oxígeno para evitar la oxidación de las grasas presentes en el producto.

Objetivo Particular 2.

Análisis del comportamiento de las Tostadas durante su vida de anaquel envasada en una película de Polipropileno vs una laminación de Polipropileno - Polipropileno durante 10 semanas a condiciones extremas de Temperatura y Humedad Relativa.

Objetivo particular 3.

Analizar los resultados y la viabilidad de utilizar una laminación de Polipropileno - Polipropileno para envase de Tostadas que garanticen características de frescura iguales a las del día que fueron producidas.

1. GENERALIDADES

Los ingenieros y tecnólogos compartimos el reto, de que los alimentos se conserven mejor y por mayor tiempo; actualmente alrededor de 25 a un 30% de los alimentos producidos en el mundo, se desperdician por varias razones, entre las cuales se pueden mencionar: el maltrato, un mal sistema de conservación, los deficientes medios de transporte, así como un deficiente sistema de envase. Si un envase es diseñado adecuadamente puede ayudar a reducir considerablemente la cifra de mermas.

1.1 FUNCIONES DEL ENVASE

Los envases han tenido un desarrollo acorde a la evolución de nuestro mundo, los productos deben viajar grandes distancias, en condiciones climatológicas en ocasiones severas, y sufrir un cierto maltrato por el manejo, pero al final el producto debe lucir fresco, atractivo y en condiciones de ser vendido y consumido. Por estas razones, el envase debe conferir al producto las siguientes funciones:

Función Protectora:

- A prueba de Gas
- A prueba de Humedad
- Impermeabilidad a gases y humedad
- Protección contra los rayos del sol y ultravioleta
- Protección contra agentes atmosféricos
- Conservación del aroma

- Protección contra agentes químicos
- Climatización
- Protección contra el calor y agua
- Protección contra el frío
- Contra la congelación
- Contra la radiación
- Contra gases
- Contra altas temperaturas
- Contra aceites

Resistencia Física:

- La tracción
- El estiramiento
- Al desgarre
- A la flexión
- Al corte
- Al rozamiento
- A la compresión
- Contra golpes

Por su consistencia los envases se clasifican en envases rígidos, semirígidos y flexibles:

Un envase rígido es aquel con forma definida no modificable y cuya rigidez permite colocar producto estibado sobre el mismo, sin sufrir daños, ejemplo: envases de vidrio, latas metálicas.

Los envases semirígidos son aquellos que presentan una resistencia a la compresión menor que los envases rígidos, sin embargo cuando no es sometido a esfuerzos de compresión su aspecto puede ser similar al de los envases rígidos, ejemplo: Envases plásticos.

libertad de moldeo muy alta. Entre los materiales más importantes para la fabricación de envases flexibles son: el papel, películas (plásticas y de celulosa), foils y laminaciones.

Un envase flexible generalmente es impermeable al vapor de agua, presenta impermeabilidad a los olores y al oxígeno, presenta un bajo contenido de iones pesados y cuenta con buen cierre de preferencia hermético, etc.

1.2 DEFINICION DE FRITURA DE MAIZ TOSTADA

Se entiende por tostada al producto realizado a partir de harina de maíz nixtamalizado horneado y frito en aceite vegetal para obtener un producto final crujiente y de larga vida de anaquel, que generalmente se utiliza para botanear o como complemento de platillos típicos en la cocina mexicana. La tostada es una botana muy popular en México; esta puede ser elaborada de dos formas; una a partir de una tortilla de maíz (que generalmente esta hecha a base de masa extendida cocida) y otra que es producida directamente de la masa y que contiene mas aceite que las tostada de tortilla. La masa para las tostadas de maíz es extruída por medio de un troquel, y cortada en piezas por cuchillos rotatorios y freída inmediatamente. La masa para las tostadas de tortilla se forma en triángulos, tiras o círculos antes de ser cocinadas, equilibradas y fritas. Las tostadas de tortilla absorben menos aceite, tienen una textura más firme y un sabor más fuerte a maíz que las tostadas de maíz. El nixtamal para estas botanas es generalmente menos cocinado que el nixtamal de las tortillas de mesa y es extendida como una masa más gruesa la cual permite escapar el vapor por los poros durante el horneado y freído. Las temperaturas de freído y los rangos de tiempo van de 165-195 grados centigrados y de 50-90 segundos. El contenido de humedad final de las tostadas es de 2%. Las tostadas calientes son transportadas a un cilindro rotatorio y secador donde se les rocía una mezcla líquida de sazónador. Los

limón, sal y jalapeños. Las tostadas son envasadas en bolsas a prueba de humedad para mantenerlas crujientes.

El cuadro 1, presenta los ingredientes para la fabricación de una tostada de harina de maíz nixtamalizado:

Ingrediente	Porcentaje %
Harina de Maíz Nixtamalizado	53.9
Agua	43.9
Colorante	1.0
Sal	1.3

Cuadro 1. Formulación de una Tostada

En la figura 1, se describe el proceso de elaboración de una tostada:

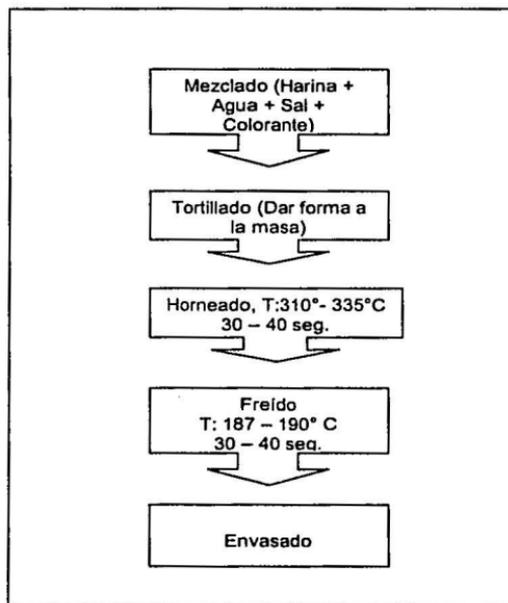


Figura 1. Proceso de Manufactura de las tostadas

y colorante). La mezcla tiene un tiempo promedio de mezcla de 2 minutos.

La segunda etapa es el tortillado; en esta parte del proceso la masa se corta en forma de pequeñas laminas, con la forma deseada (círculos, rombos, triángulos, etc.)

La tercera etapa es el horneado; en un tiempo promedio de esta operación es de 35 segundos a una temperatura de 310° - 335° C.

En la cuarta etapa encontramos el freído; una vez que la masa esta cocida pasa al freidor, donde se sumerge completamente en aceite vegetal, durante unos 40 segundos a una temperatura de 187 – 190°C.

Cada productor de Tostadas se encarga de modificar su proceso, de acuerdo a las características del producto que desea obtener, es decir textura, sabor, apariencia etc. (Desrosier, 1999)

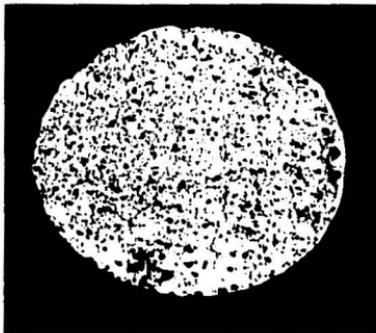


Figura 2. Tostada de Harina de Maíz

COMPONENTES DE LAS TOSTADAS DURANTE SU VIDA DE ANAQUEL

En el caso de las tostadas, la ganancia o pérdida de humedad y el oxígeno ocasionan alteraciones muy grandes dado que reaccionan con la mayoría de los componentes, siendo su acción marcada en el deterioro de los aceites, grasas, proteínas, etc.

1.3.1 Proteínas. El cocimiento altera los patrones de solubilidad de las proteínas del maíz. Vivas encontró; que la cocción con cal y el horneado de las tortillas reducen las proteínas solubles en sal y agua (albúminas y globulina) y las solubles en alcohol (prolaminas) e incrementan la cantidad de proteínas inextraíbles. Al freír a las tortillas para elaborar tostadas se reduce aún más la solubilidad de albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas. Las bandas electroforéticas de las fracciones extraídas de las tostadas de tortilla son considerablemente más intensas que aquellas del grano crudo. El tratamiento térmico secuencial aplicado durante el proceso causa interacciones hidrofóbicas, desnaturalización de las proteínas y proteínas ligadas. Estos cambios químicos son responsables de la disminución de la solubilidad de la proteína y una cantidad de proteína es recuperada en los residuos de las Tostadas de tortilla. (Matz, 1976)

1.3.2 Almidón. Solamente una pequeña cantidad de los gránulos de almidón son gelatinizados durante la cocción y el remojo. La susceptibilidad de las enzimas del almidón aumenta discretamente durante la cocción del maíz con la cal, pero el mayor incremento ocurre durante la molienda y horneado. La mayoría de los gránulos del almidón en la masa del nixtamal bajo luz polarizada, exhiben birrefringencia (o doble refracción), sin embargo la cruz de Malta es menos clara y más amplia que los gránulos de almidón naturales. La estructura de los gránulos de almidón naturales son parcialmente rotos durante la cocción, donde por rayos X, se observa un patrón menos

causado por la cocción se restaura por la recristalización o templado durante el remojo. La reasociación de las moléculas de almidón puede afectar significativamente las propiedades reológicas subsecuentes de los productos elaborados a partir de masa. Cuando el nixtamal es extendido para formar la masa, los gránulos de almidón se gelatinizan debido a la fricción de las piedras del molino. A nivel industrial, la molienda puede incrementar la temperatura de la masa de 26 a 52°C. Del 4-7 % aproximadamente de los gránulos de almidón pierden completamente su birrefringencia durante la cocción con cal, el remojo y la molienda. Muchos de los gránulos de almidón tienen una forma irregular, y la mayoría de las veces sólo alguna parte (menos de 60-70%) de los gránulos individuales exhiben birrefringencia. Estos pequeños, pero significativos cambios en la fracción de almidón del maíz, modifican las propiedades del almidón, y éstos imparten las características de textura a la masa. Del 4-7% del almidón gelatinizado forma una goma que provee una continua malla entre los gránulos de almidón libres y las piezas del endospermo que contienen la masa. *(Desrosier, 1999)*

La mayor parte de la birrefringencia del almidón se pierden cuando los discos de masa son horneados para hacer tortillas. La típica textura de la tortilla flexible y semi plástica es el resultado de estos cambios. El sabor de la tortilla es mejorado por reacciones de oscurecimiento de Maillard que ocurren durante la reducción de azúcares, péptidos y ácidos grasos insaturados. Cuando las tortillas se frien para hacer Tostadas, la humedad se evapora y se reemplaza por aceite de la fritura. *(Matz, 1976)*

1.3.3 Lípidos. Aproximadamente del 1al 2% del peso seco de la masa tiene distribuido libremente a los lípidos a través de esta fase continua. La fracción lipídica está principalmente compuesta por lípidos parcialmente emulsificados en la fase acuosa de la masa y lípidos libres que interactúan, tanto con

(Matz, 1976)

1.4 REACCIONES DE DETERIORO DE LAS GRASAS Y LÍPIDOS -

Las grasas y los aceites pueden sufrir diversas transformaciones que producen compuestos volátiles característicos que propician sabores propios de la reacción generalmente descrito como "rancidez". La principal fuente de la rancidez en los alimentos se encuentra en autoxidación de los componentes lipídicos.

Estas reacciones pueden ser inhibidas o modificadas por muchos factores, incluyendo a los metales, enzimas, antioxidantes, temperatura, luz, pH y Aw.

A continuación se describen las principales reacciones que se presentan en el deterioro de las grasas y lípidos

1.4.1 Lipólisis o rancidez Hidrolítica. Esta se lleva a cabo por medio de la hidrólisis de los enlaces éster de los lípidos (lipólisis) y produce por acción enzimática o por calentamiento en presencia de agua, dando lugar a la liberación de ácidos grasos libres.

La lipólisis es una de las principales reacciones que se producen durante la fritura de los alimentos, debido al gran contenido de agua y las temperaturas relativamente altas que se mantiene en el aceite.

En el caso de los aceites vegetales, los ácidos grasos liberados por las lipasas son de más de 14 átomos de carbono, poco volátiles y por lo tanto no se perciben con el olfato: su presencia sólo se puede determinar mediante el análisis de índice de acidez.

Además este tipo de degradación lipídica es utilizada extensamente como herramienta analítica para investigación de lípidos, y en la preparación de intermediarios en la síntesis química de ciertos lípidos. (Fenema, 1993)

1.4.2 Autoxidación o Rancidez Oxidativa. La principal fuente de la "rancidez" en los alimentos se origina en la autoxidación de los componentes lipídicos de los ácidos grasos no saturados, especialmente aquellos que tienen más de una doble ligadura.

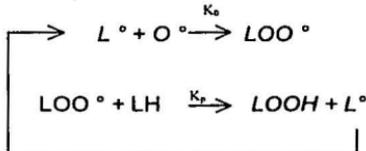
La aparición de la rancidez es la consecuencia más significativa de la autoxidación de los lípidos, el deterioro en el sabor no es el único daño sufrido por los alimentos en este proceso, también se ve afectado el color, a través de las reacciones aceleradas de pardeamiento; disminuye el valor nutricional e incluso pueden inducirse efectos tóxicos. También puede verse modificada la textura, como resultado de reacciones laterales entre las proteínas y los productos de oxidación de las grasas. (Dominic, 1995)

La autoxidación es una reacción en cadena de radicales libres que se lleva a cabo en tres diferentes etapas:



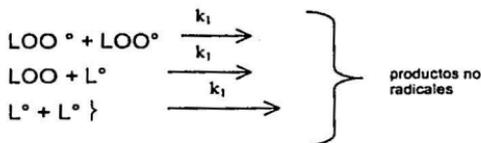
Iniciador

Iniciación. Esta etapa consiste en la sustracción homolítica de un hidrógeno, en presencia de un iniciador, para formar un radical alquilo centrado en un carbono



Propagación. El radical alquilo libre reacciona con el oxígeno para formar un radical peroxilo que a su vez reacciona con un lípido insaturado para formar un hidroperóxido y un nuevo radical libre. Este último puede reaccionar con

la autoxidación es un proceso en cadena de radicales libres.



Terminación. La reacción en cadena puede terminar por formación de productos que no sean radicales. (Dominic, 1995)

1.4.2.1 Factores que afectan las reacciones de autoxidación:

Las reacciones de autoxidación de los lípidos se ven afectadas por los factores ambientales de la siguiente manera:



Existen 4 factores principales que afectan a las reacciones de autoxidación, los cuales son:

Temperatura. La velocidad de autoxidación aumenta con la temperatura, al igual que la energía de activación que depende fuertemente de ésta. A temperaturas altas se acelera la generación de radicales libres, como su desaparición, y puede esperarse que la relación ante la velocidad y temperatura pase por un valor máximo, especialmente a elevados valores de oxidación y altas temperaturas.

Luz. Los ácidos grasos y sus peróxidos son sustancias incoloras que no absorben la luz visible. Sin embargo, absorbe marcadamente la luz ultravioleta

conjugadas. (Clements, 2000)

Oxígeno. La velocidad de autooxidación aumenta al incrementarse la presión de oxígeno presente en el alimento. En los sistemas con relación superficie / volumen muy grande, tales como alimentos deshidratados, fritos, o modelos consistentes de un lípido absorbido sobre celulosa pulverizada, la velocidad de oxidación es muy rápida y casi independiente de la presión del oxígeno.

Humedad. El efecto de actividad de agua sobre la velocidad de oxidación de los lípidos es muy complejo. La rancidez se desarrolla rápidamente a niveles de humedad muy altos, así como muy bajos. La máxima estabilidad se observa en niveles de humedad intermedia o en valores de monocapa. (Clements / Decker 2000).

1.4.3 Reversión. La reacción de reversión del sabor es otro proceso de deterioro oxidativo de gran importancia en algunos aceites vegetales. El término "reversión" alude a que el aceite refinado retrocede a su forma cruda, sin embargo esta designación es incorrecta, ya que el sabor "revertido" se debe a compuestos recién formados y que no tienen relación alguna con los componentes generados de sabor en el aceite crudo.

Los sabores "revertidos" se deben a aldehídos no saturados, de alguno de los cuales se dice que poseen valores de umbral para el sabor, inferiores a una parte por diez millones. Razón por la cual la reversión del sabor se percibe en las primeras etapas de la oxidación a niveles relativamente bajos de peróxido. (Badui, 1995)

1.5 ESTUDIOS APLICABLES PARA LA EVALUACIÓN DEL DETERIORO.

La evaluación del deterioro que sufre un alimento bajo ciertas condiciones de envasado, como indicativo de la eficiencia de este último, puede realizarse mediante ciertos estudios durante diferentes etapas de su desarrollo.

Los tipos de estudios más aplicables para este fin son:

- a) Vida de anaquel, Que consiste en la determinación del período de tiempo en el cual el alimento conserva sus cualidades, bajo las condiciones de envase propuestas y durante su transporte, almacenamiento y exhibición.
- b) Compatibilidad y estabilidad del conjunto Alimento – Envase; consiste en la evaluación a través del tiempo y/o durante el transporte, almacenamiento y exhibición, de posibles alteraciones causadas al alimento por el envase, como sería la contaminación de monómeros residuales, tintas, adhesivos, etc. O del envase por el producto, como; corrosión, manchado, humedecimiento, etc.

El deterioro de los alimentos durante los estudios de estabilidad, puede ser evaluado a través de cualificación y calificación analítica de los cambios que se van presentando, esta cuantificación puede partir de uno o varios parámetros físicos y químicos indicativos o relacionados con algún tipo de alteración, ejemplo de esto es la determinación de hexanal para determinar la rancidez en aceites o grasas etc.

Una forma de evaluar de manera global el deterioro de los alimentos es a través de una cuantificación de las modificaciones en los atributos sensoriales a través de los sentidos humanos entrenados. *(Rodríguez, 1997)*

1.6 EVALUACION SENSORIAL

La evaluación sensorial representa una excelente herramienta para evaluar el deterioro de los alimentos y consecuentemente la eficiencia de un envase o la compatibilidad de un sistema alimento envase.

Para la realización de las pruebas o estudios sensoriales es necesario realizar "degustaciones" con la participación de personas a las cuales se les denomina jueces y mediante la aplicación de pruebas específicas. Las pruebas a aplicar dependen del tipo de juez y de las necesidades que se tengan, en el cuadro 2 se describen las pruebas que se pueden hacer de acuerdo a los objetivos que persigue el estudio (Rodríguez, 1997):

Analíticos. Los cuales son efectuados con jueces entrenados

- Pruebas Descriptivas; Descripción cualitativa y cuantitativa de las características de materiales y productos

- Pruebas de Diferenciación; Se utilizan para determinar posibles variaciones entre materiales y productos

No Analíticos. Se realizan a través de degustaciones con jueces consumidores (gente no entrenada)

- Pruebas afectivas; En las que se mide la aceptación o preferencia de los productos (nivel de agrado).

Cuadro 2. Métodos de Prueba de Evaluación Sensorial

anaquel y estabilidad (rancidez) el tipo que se aplican es de tipo analítico, como se pudo apreciar en el cuadro 2.

A través de las pruebas descriptivas se obtiene información cualitativa y cuantitativa de las características sensoriales y los cambios que se van presentando con el transcurso del tiempo, es decir los cambios y la magnitud de los mismos. *(Rodríguez, 1997)*

Por medio de estas pruebas de diferenciación es posible conocer si existen diferencias detectables entre los productos, a diferentes tiempos durante su vida útil, por ejemplo: tiempo inicial final bajo diferentes condiciones de exposición o factores externos. *(Pedrero, 1991)*.

Generalmente en la industria de alimentos se utilizan diferentes tipos de películas plásticas y materiales, que se obtiene a partir de la extrusión de polímeros a partir de sus propias resinas, a continuación se enlistan los polímeros comúnmente utilizados para la industria de alimentos.

Sin lugar a dudas, el envase es el primer contacto que tiene el consumidor con el producto, en los supermercados y tiendas de autoservicio se exhiben y venden miles de productos, que captan la atención del consumidor, de ahí que un buen envase pueda vender, informar y promocionar los productos.

La selección de un envase depende de varios factores, tales como: Costo, necesidades técnicas de operación de los equipos de envasado, vida de anaquel, transporte, apariencia y como prioridad principal que protege el producto.

El tipo de envase cambia de acuerdo al producto a envasar, ya que cada producto tiene diferentes características y necesidades específicas.

La utilización de envolturas o sacos de películas plásticas para alimentos posee muchas ventajas. La mayoría son impermeables, permiten ver el contenido, son resistentes y pueden obtenerse con muy diversos grados de impermeabilidad. Por otra parte, esta gran variedad de películas plásticas exige un gran cuidado en el material a utilizar para cada producto. Por lo tanto, resulta esencial conocer el tipo de impermeabilización de las películas más corrientes.

En los últimos años se han venido desarrollando envases a partir de películas plásticas o en combinación de plásticos, papeles y hojas de aluminio, las cuales tiene un costo significativamente menor a los envases tradicionales de vidrio, metal o envases rígidos de plástico, a estos envase se les conoce como envases flexibles.

Otras propiedades de las películas plásticas se tratarán más adelante para cada material en particular.

El polietileno de baja densidad es la película plástica de uso más corriente en el envasado. Es resistente, transparente y tiene una permeabilidad relativamente baja al vapor de agua. Es químicamente muy inerte y carece prácticamente de olor y sabor. Una de sus principales ventajas es la facilidad con la que puede sellarse térmicamente. Posee una gran resistencia al desgarro y al impacto. Pueden utilizarse también en un amplio rango de temperatura (desde 50 grados hasta 70 grados centígrados aproximadamente). *(Rodríguez, 2000)*

Sin embargo la película de polietileno de baja densidad posee una permeabilidad relativamente alta a gases como el oxígeno y el anhídrido carbónico. Por lo tanto, no pueden ser utilizadas para el envasado de alimentos oxidables o para envases a vacío. La película de polietileno es permeable a muchos aceites esenciales, lo cual significa que, con algunos productos, puede producirse una pérdida gradual de olor y aroma. Debe también destacarse la posibilidad de que el producto envasado, almacenado en la proximidad de otros materiales fuertemente olorosos, capte parte de este olor. Se ha observado que algunos aceites, incluso de vegetales, pueden provocar el agrietamiento del polietileno cuando se halla sujeto a tensiones multiaxiales. Tales tensiones se producen, desde luego en los cierres térmicos de las bolsas, sobres o sacos, etc. En tales casos es recomendable la utilización de polímeros de elevado peso molecular (bajo índice de flujo cuando están fundidos).

La película de polietileno de baja densidad puede ser impresa por los procesos normales, pero para ello la superficie de la película debe sufrir un tratamiento previo. Tales tratamientos se realizan con descargas eléctricas. *(Rodríguez, 2000)*

El estiramiento de la película en caliente da lugar a una película muy encogible. Este tipo de material se tratará con mayor detalle más adelante, cuando se hable del envasado con materias encogibles.

envasado de alimentos tales como pan, alimentos congelados (incluido el pollo congelado), leche descremada en polvo, embutidos y pasteles de carnes. La envoltura del pan se efectúa con doble propósito: para evitar una pérdida demasiado rápida de la humedad y mantener el producto en condiciones higiénicas. Su bajo precio es también esencial dado el bajo precio del producto envasado. No es conveniente una impermeabilidad excesivamente alta al vapor, pues supone un riesgo para el crecimiento de los mohos y para el ablandamiento de la corteza. Aunque este material no es tan barato como el papel encerado, es absolutamente transparente y permite un cierre más resistente. La perforación de la película de polietileno de baja densidad con un gran número de poros de tamaño diminutivo eleva de tal forma permeabilidad al vapor que hace a este material adecuado para el envasado de embutidos y pasteles de carne, que precisan una película permeable al vapor de agua. La película de polietileno corriente se ha utilizado para el envasado de embutidos, pero en este caso precisan su conservación en refrigeración. *(Hanton, 1990)*

Para el envasado de alimentos congelados se utiliza el polietileno de baja densidad debido a su bajo costo y a su resistencia a las bajas temperaturas. Las frutas congeladas y hortalizas se envasan en bolsas, pero para el pollo congelado resulta más aconsejable el envasado en películas encogibles, ya que la presencia en el envase de aire atrapado da lugar, cuando la temperatura de congelación es profunda, a lo que se conoce con el nombre "quemadura por el frío": El envasado en películas encogibles evita así este problema. *(Rodríguez, 2000)*

La película de polietileno de baja densidad ha resultado muy útil para el envasado de pequeñas cantidades de leche en polvo. Sin embargo, no se utilizan en estos casos como envase único, sino conjuntamente con cartón debidamente recubierto por una película de celulosa regenerada impermeable a la humedad. Este tipo de envase ha resultado de una eficacia igual a la de los envases de hojalata de tapa a presión y bolsa interna de papel glassine.

conservador anhídrido sulfuroso, si la legislación lo permite. Si el grosor de una película es de 60 puede esperar una vida útil de unos tres días.

Una de las utilizaciones más modernas de la película de polietileno de baja densidad es el envasado de leche fresca en bolsas. Para ello, la película, de S7, recibe alrededor de un rodillo la forma de un tubo vertical. Seguidamente se efectúa la costura transversal, que constituye el fondo del envase, un volumen de leche medido es vertido en el inferior del mismo y finalmente se efectúa otra costura transversal por la parte superior que constituye el cierre. Con objeto de evitar el riesgo de la pérdida de parte de contenido por posibles poros, la película se fabrica a partir de dos láminas más finas de polietileno, aprovechando la tendencia natural a adherirse, no haciendo uso, por tanto, de ningún adhesivo.

En Holanda y Finlandia se ha utilizado un tipo de laminado más sofisticado; consiste en la combinación de polietileno blanco y polietileno negro. Cada uno de ambos tipos de polietileno son extruídos separadamente, pero a través de la misma boquilla. La capa de polietileno negro evita que durante algunos días la fotodegradación de las vitaminas C y B presenten en la leche, mientras que la capa exterior, que es de polietileno blanco, resulte más adecuada para la impresión y más atractiva a los ojos del consumidor.

1.7.2 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)

La película de polietileno de alta densidad es dos o tres veces más impermeable al vapor de agua y a los gases que el polietileno de baja densidad, ofrece también mayor resistencia al paso de olores y aroma. Es más rígido que el de baja densidad y más resistente a la tensión, pero menos al impacto. Cuando se extruye por presión de aire en forma de película plana, resulta translúcido, pero puede fabricarse también enteramente transparente por extrusión a través de una boquilla con ranura sobre un tambor de material enfriado, o directamente sobre un baño de agua.

que el de ebullición de agua, por lo que puede esterilizarse al vapor sin reblandecer. (Rodríguez, 2000)

Debido a su elevado punto de reblandecimiento y su gran impermeabilidad, la película de polietileno de alta densidad es muy utilizada para el envasado de platos preparados que requieren una cocción en el propio envase antes de su utilización. (Hanlon, 1990)

1.7.3 POLIPROPILENO (PP)

La película de polipropileno se fabrica normalmente por extrusión sobre un tambor enfriado. La película producida de esta forma es de una transparencia considerable. Por lo general, la impermeabilidad del polipropileno es ligeramente superior a la del polietileno de alta densidad, pero la orientación del film de forma biaxial la reduce. El polipropileno tiene un punto de reblandecimiento todavía superior al del polietileno de alta densidad, pero tiende a hacerse quebradizo a bajas temperaturas. También en este caso la orientación biaxial mejora las propiedades de este material, pudiendo entonces ser utilizado a temperaturas de congelación profunda. La orientación mejora todavía más la transparencia del film. (Hanlon, 1990)

La película "Cast" no es tan utilizada como la orientada biaxialmente, pero se ha utilizado para determinados propósitos, como para envolver pan y para la fabricación de bolsas con costuras laterales por soldaduras, ya que es más barata y se suelda mejor térmicamente que este último material. El sellado térmico de la película orientada biaxialmente resulta difícil debido a la pérdida de orientación (y por tanto a la resistencia) que se produce en la zona del cierre. Una de las maneras de dar solución a este problema es utilizar el sellado por puntos múltiples. De esta forma el calor suministrado en cada punto de contacto se difunde rápidamente sin peligro alguno para el material, pero este tipo de cierre no resulta tan impermeable a los gases.

y pan. Otro de los métodos para solucionar este problema consiste en recubrir la película con un polímero de bajo punto de fusión, como, por ejemplo, el cloruro de polivinilideno (PVDC) o el polipropileno modificado. La utilización de recubrimientos proporciona la ventaja adicional de reducir la permeabilidad al vapor de agua y los gases. Este tipo de películas han resultado muy útiles para la envoltura del queso, tocino, platos cocinados y en especial para los alimentos muy sensibles a la humedad y al oxígeno como, los bizcochos, patatas fritas y productos similares. El polipropileno orientado puede utilizarse como envoltura encogible. *(Rodríguez, 2000)*

1.7.4 CLORURO DE POLIVINILO.

Al discutir las propiedades del cloruro de polivinilo debe considerarse si la película ha sido o no plastificada, ya que ello evita cualquier dificultad que pueda surgir a la extractibilidad de los plastificantes por parte de alimentos.

El cloruro de polivinilo es poco permeable al oxígeno, pero más al valor de agua, que el polietileno de baja densidad. Tiene una gran resistencia a la grasa y los aceites esenciales, lo que le hace muy apropiado para alimentos con fuertes olores o aromas, como por ejemplo: pescado, aceites y margarinas.

Al cloruro de polivinilo no plastificado se le puede dar forma a vacío, incluso hasta un grosor de 50, por lo que resulta muy adecuado para la fabricación de bandejas para cajas de chocolate, bizcochos y pequeños pasteles. A partir de película de cloruro de polivinilo pueden confeccionarse también botellas a vacío formando primero las dos mitades y soltándolas luego a continuación las botellas confeccionadas por este procedimiento se han utilizado para el envasado del vinagre (retención del aroma) y de aceites comestibles (muy resistentes a los aceites). *(Rodríguez, 2000)*

El cloruro de polivinilo plastificado es más permeable, pero por su gran plegabilidad, resulta muy adecuado para tipos especiales de envasado. La

un determinado alimento depende, en su mayor parte, de la legislación sanitaria del país en cuestión, por regla general, no debe ser utilizado en el envasado en los alimentos grasos o aceitosas.

La película de cloruro de polivinilo puede también ser orientada haciéndola de esta forma adecuada como envoltura encogible. *(Hanlon, 1990)*

1.7.5 P E T (Tereftalato de polietileno).

A esta película se le conoce en los Estados Unidos como Millar. En la Gran Bretaña como Melinex y en la República Federal de Alemania como Hostaphan.

Su permeabilidad a los gases es escasa, pero su permeabilidad frente al vapor de agua es ligeramente más elevada que el polietileno de baja resistencia, pero también en este caso se produce una pérdida de resistencia cuando se efectúa el cierre térmico. Por esta razón se utilizan para este propósito adhesivos. *(Rodríguez, 2000)*

1.7.6 CLORURO DE POLIVINILIDENO.

Este material en forma de copolímero con el cloruro de polivinilo es conocido con el nombre de Saran y Cryovac. Fue la primera película utilizada como envoltura encogible y se utiliza para ello agua caliente.

Esta película es extremadamente impermeable tanto a los gases como al vapor de agua. Se ha utilizado como envoltura temporal para el queso (2-3 días en refrigeración, aproximadamente 4-7° C) y como envoltura encogible para el jamón y el pollo congelado. Por su baja permeabilidad a los gases se ha utilizado también para el envasado a vacío de productos destinados a un almacenamiento prolongado. *(Hanlon, 1990)*

El poliestireno existe también en la variante de película orientada y puede formarse a vacío o utilizarse como envoltorio encogible. Es muy permeable al vapor de agua y bastante a los gases. Por lo tanto, resulta útil principalmente para el envasado de productos frescos que requieren una película transpirable. Una de sus principales ventajas es su absoluta transparencia. (Rodríguez, 2000)

1.7.8 ENVOLTURAS ENCOGIBLES

A continuación se describen las películas más recientemente empleadas para envoltorios encogibles. En ella se mencionan también los valores típicos para toda una gama de propiedades.

La encogibilidad de una película cambia sus propiedades en diferente grado. Estos cambios son los siguientes:

- Se produce un aumento en su grosor (generalmente es proporcional al área de la superficie encogida).
- Existe un descenso de la resistencia a la tensión.
- Se produce una pérdida de su flexibilidad y un aumento en su rigidez.
- Se produce un aumento en la resistencia a la abrasión.
- Aumenta la resistencia de desgarro.
- Disminuye su transparencia
- Disminuye su resistencia al shock.
- Se produce una pérdida en su elasticidad,
- Disminuye la capacidad de retención que se produce por efecto del encogimiento.

Las películas encogibles se utilizan por muchas razones en el envasado de los alimentos. Una de sus ventajas es la posibilidad de envolver productos de formas irregulares, pollo, jamón, etc. El envasado de productos para su transporte, en películas encogibles, va siendo cada vez más importante. El

económico, en especial para su distribución o envío.

Otra ventaja es la posibilidad de adaptarse perfectamente a la superficie del producto, reduciéndose de esta forma grandemente el riesgo de crecimientos de moho y de la aparición de quemadura por el frío. La "quemadura por el frío" se debe a una deshidratación intensa de la superficie del producto, como ocurre, por ejemplo, en algunos canales de pollo mantenidas en congelación profunda. Con una envoltura de este tipo se evita la presencia de aire en el que se pueda evaporar parte del contenido de agua.

En el cuadro 3, se muestran algunas características de permeabilidad y naturaleza de los polímeros antes mencionados (permeabilidad al Nitrógeno, Oxígeno y al CO₂)

POLIMERO	N ₂	O ₂	CO ₂	NATURALEZA DEL POLIMERO
LDPE	19	55	352	Algo Cristalino
HDPE	2.7	10.6	35	Cristalino
PP	-	23	92	Cristalino
PVC Plástico	0.4	1.2	10	Poco Cristalino
Acetato de Celulosa	2.8	7.8	68	Vitreo amorfo
PS	2.9	11	88	Cristalino
Nylon	0.1	0.38	1.6	Cristalino

Cuadro 3. Permeabilidad de varios polímeros

Las empresas productoras de Tostadas han buscado la forma de diversificar los materiales de envase para este producto sobresaliendo los polímeros flexibles:

- Películas
- Coextrusiones
- Laminaciones

Estos envases deben cumplir con la función protectora de barrera al O_2 y al vapor de agua para evitar cambios no deseados en la Tostada, en relación con la autoxidación de lípidos y evitar el vapor de agua para no propiciar cambios en la textura del producto.

Por lo anterior, debemos aclarar que existen ciertas deferencias en los materiales flexibles; a un material por arriba de 0.010" (pulgadas) de espesor, es considerada una película, cuando dos o más películas son combinadas con adhesivos, entonces hablamos de una laminación, pero si esta extruida y al mismo tiempo combinada hablamos de una película compuesta o coextruida. (Hanton, 1990).

1.8.1 PELICULAS

Cuando se habla de películas generalmente se hace referencia a materiales plásticos presentados en grosores que no excedan a 0.010" (0.254 mm), ya que a los grosores mayores se les conoce como hojas.

Las películas utilizadas como envases para tostadas pueden obtenerse básicamente por dos procesos: por extrusión vertical en globo, y por extrusión horizontal con biorientación; existe otro tipo de hojas o películas plásticas que se obtiene de un proceso conocido como "cast" y que no son orientadas en el proceso. (Rodríguez, 1997)

El desarrollo de diversos materiales plásticos con sus características particulares han permitido crear diferentes estructuras cambiando varios polímeros, uniendo varias películas de polímeros diferentes, donde cada uno de ellos mantiene sus propiedades mecánicas y de barrera. De esta manera se pueden crear estructuras con las características necesarias para la protección del producto, siempre a un costo menor que los envases de vidrio, latas o envases rígidos de plástico. *(Rodríguez, 1997).*

1.8.3 LAMINACIONES

A partir de elementos como papeles, películas y foils se pueden fabricar estructuras que unen las propiedades de los diferentes componentes logrando materiales con características especiales. A diferencia de una coextrusión, en una laminación se pueden unir no solamente polímeros, también se unen papeles, y hojas de aluminio. Una laminación se logra cuando se unen varias películas, papeles y/o foils, obteniendo así una sola lámina de varios estratos. *(Rodríguez, 1997).*

2. DESARROLLO METODOLOGICO

Este trabajo tiene como objetivo seleccionar la mejor alternativa de envase para Tostadas, partiendo de que el mercado actual exige un material barato que permita conservar las características del producto (sabor y frescura), como si se hubieran elaborado el día que se están consumiendo y que al mismo tiempo proteja y facilite su distribución.

Por lo anterior, contamos con dos propuestas de materiales de envase para Tostadas que proporcionen las mejores características de permeabilidad al oxígeno y al vapor de agua para mantener las características fisicoquímicas, sensoriales de la Tostada por un mayor tiempo.

En los siguientes párrafos presentaré la descripción metodológica que se utilizará para evaluar el uso de una laminación de Polipropileno – Polipropileno vs una película de Polipropileno.

Las condiciones de experimentación fueron 30°C de temperatura y Humedad Relativa de 80%; para ambas muestras: laminación de Polipropileno – Polipropileno 20 20 μ (micras de pulgada). vs película de Polipropileno 20 μ .

Para determinar los cambios que se presentaron en las Tostadas durante la experimentación; se realizaron estudios de Humedad, Hexanal, Aw y evaluaciones sensoriales cada dos semanas durante 10 semanas de la experimentación comparando Oxidación, Humedad, Aw y Aceptación del Producto vs Tiempo.

La actividad del agua, A_w , es la proporción entre la presión de vapor del agua de un producto y la presión del vapor del agua pura a la misma temperatura. Esta es numéricamente igual a 1/100 de la humedad relativa (HR) generada por un producto en un sistema cerrado. (Kirk, 1999)

La oxidación de grasas y aceites son el principal factor que afecta la aceptabilidad de un producto, ya que reduce el valor nutritivo del alimento y produce compuestos volátiles que imparten olores y sabores desagradables, entre los compuestos responsables de los olores típicos de los gases y aceites que han sufrido oxidación está el hexanal. (Kirk, 1999)

La determinación del hexanal es por medio de cromatografía de gases; la cromatografía de gases es un método analítico que nos permite detectar el grado de rancidez (oxidación) de un producto terminado mediante la identificación y cuantificación de compuestos volátiles producidos durante la oxidación de las grasas y aceites en productos terminados (aplicable a botanas fritas).

La humedad se determina por la pérdida de peso que sufre la muestra cuando se somete a las condiciones de temperatura, de tal manera que el agua retenida por fuerzas no químicas puede ser eliminada.

El agua se encuentra en los alimentos en tres formas. Como agua de combinación, como agua absorbida y en forma libre, aumentando el volumen. (Adrian, 1998)

El agua de combinación está unida en alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua asociada está asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos. El agua libre es aquella que es fundamental un constituyente separado, con facilidad se pierde por evaporación o por secado. Dado que la

pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos.

Paralelamente se realizó una evaluación sensorial cada dos semanas; se realizaron pruebas con consumidor (pruebas afectivas) para determinar la frescura del producto. Las evaluaciones se llevaron a cabo con un grupo de 50 consumidores, a los cuales se les presentaban las muestras de Tostadas contenidas en las dos presentaciones de envase (Laminación PP+PP y película PP) que calificaron por separado su gusto general en la escala edónica del 1 al 9.

Es importante resaltar que para realizar una prueba con consumidor es necesario un supervisor, un moderador, los entrevistados y personas encargadas de servir las muestras, así como un reclutador para el registro de los entrevistados.

Una vez teniendo los resultados después de 10 semanas de evaluación se compararon los resultados entre los dos materiales de envase a las mismas condiciones de evaluación.

En el cuadro metodológico (Figura 3) se aprecian los objetivos y actividades a realizar en el estudio:

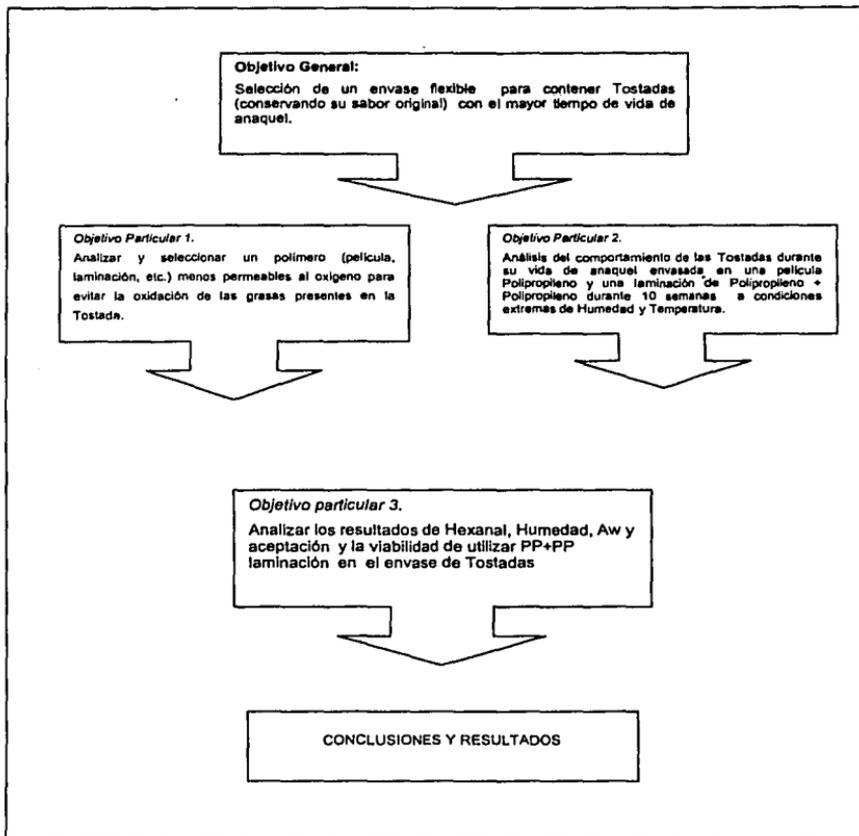


Figura 3. Cuadro Metodológico del Proyecto.

La determinación de hexanal, Aw y % de Humedad se llevó a cabo una vez cada dos semanas durante las 10 semanas consecutivas de evaluación, esto con el fin de detectar los cambios en la degradación de las grasas y lípidos vs el tiempo transcurrido. Además de determinar la influencia de los peróxidos en cambio de sabor por la formación de los peróxidos con respecto al tiempo.

Es importante mencionar que de acuerdo a la experiencia en la industria de las botanas en México que una semana de almacenamiento a 30°C de temperatura y una humedad relativa del 80% corresponden a dos semanas de almacenamiento a condiciones de 20-25°C y humedad del 50%.

Semana	% Humedad	Aw	Hexanal
0	2.15	0.0052	0.023
2	2.72	0.0118	0.078
4	2.25	0.0135	0.102
6	2.43	0.0176	0.164
8	2.88	0.0209	0.196
10	3.12	0.0277	0.22

Cuadro 4. Resultados de Experimentación Laminación Polipropileno + Polipropileno.

En el cuadro 4 podemos observar que la mayoría y más grandes cambios en el producto (tostada) se presentan de la semana 0 a la semana 2 donde la Aw se incremento en más de un 100% y el hexanal un 150% en mismo periodo de tiempo. Mientras que la humedad el comportamiento no fue nada drástico en las dos primeras semanas de evaluación

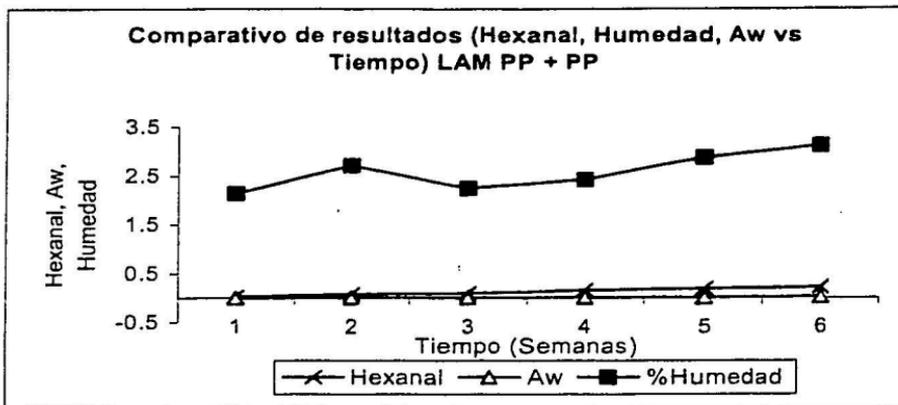


Figura 4. Resultados. Laminación Polipropileno - Polipropileno

Como podemos apreciar en la figura anterior, los cambios que sufrieron las Tostadas envasadas en una laminación Polipropileno - Polipropileno fueron directamente proporcionales al paso del tiempo expresado en semanas.

Semanas	%Humedad	Aw	Hexanal
0	2.15	0.0052	0.023
2	3.45	0.0326	0.278
4	3.75	0.0418	0.302
6	4.25	0.0435	0.364
8	4.43	0.0476	0.396
10	4.88	0.0509	0.43

Cuadro 5. Resultados de Experimentación de la Película de Polipropileno

En los resultados de la película de polipropileno del cuadro 6, observamos que existen grandes cambios en los atributos de Humedad, Aw y Hexanal, tan solo de la semana 0 a la 2 la humedad aumenta casi un 50%, Aw aumento 6 veces más y el hexanal casi 10 veces con respecto a la semana de inicio de la experimentación.

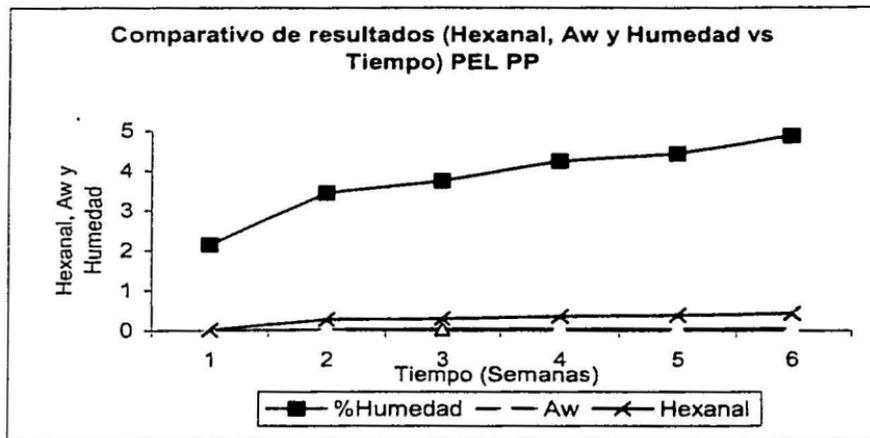


Figura 5. Resultados. Película de Polipropileno

Los resultados para la película de Polipropileno los cambios durante las 10 semanas de vida de anaquel fueron muy pronunciados, definitivamente esto es debido a permeabilidad que tiene este material vs laminaciones o algún otro polímero compuesto.

En la figura 8 presentamos los gráficos comparativos entre la laminación de Polipropileno – Polipropileno y la película de polietileno:

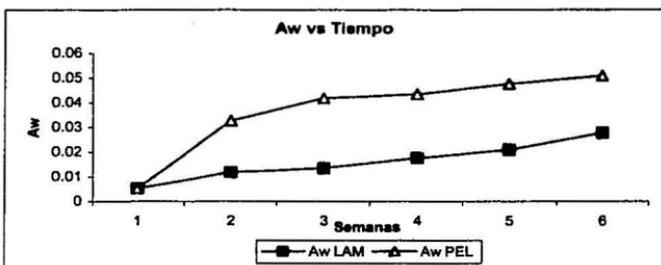
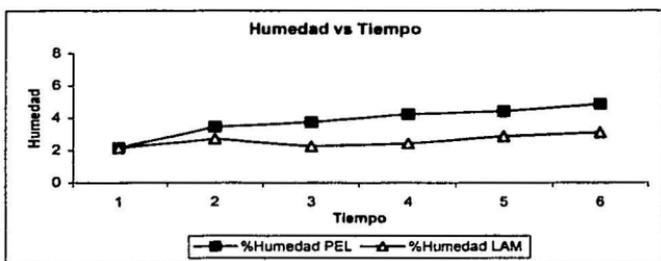
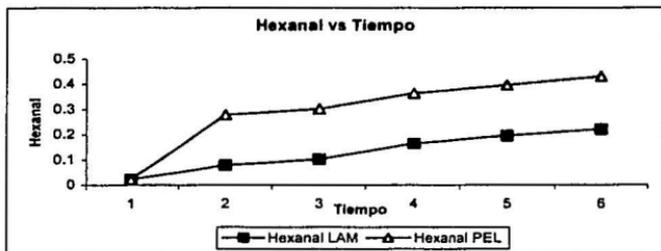


Figura 6. Comparativo LAM vs PEL (Humedad, Hexanal y Aw)

Después de observar las gráficas, podemos ver que la laminación nos está ofreciendo mayores ventajas con respecto a una película, los datos arrojan una superioridad indiscutible de la laminación sobre la película en todos los aspectos:

Mejor protección al paso de gases

Mayor resistencia al vapor de agua

Resistencia a bajas y altas temperaturas

Además de protección mayor a la pérdida de aroma y sabor.

Como se ha dicho cada elemento en una laminación tiene una barrera específica a los gases, por lo que cuando se tienen varios materiales la barrera se incrementa en función de la siguiente relación Matemática:

$$P = \frac{E}{\frac{eA}{PA} + \frac{eB}{PB} + \frac{eC}{PC} + \frac{eD}{PD} + \dots + \frac{eN}{PN}}$$

Donde:

P = Permeabilidad total de la estructura

E = Grosor total de la estructura

eA = Grosor del elemento A de la estructura

PA = Permeabilidad del elemento A de la estructura (Rodríguez, 1997)

De lo anterior podemos resumir que siempre será mejor el uso de una laminación ya que la barrera aumenta considerablemente de acuerdo a los componentes de la estructura, en este caso en particular una laminación de

Polipropileno – Polipropileno que una simple película del mismo material, ya que la barrera se nos incrementa cuando menos al doble.

En el caso de los resultados sensoriales (resultados de aceptación) en la figura 7 se presentan los resultados obtenidos a lo largo de la experimentación:

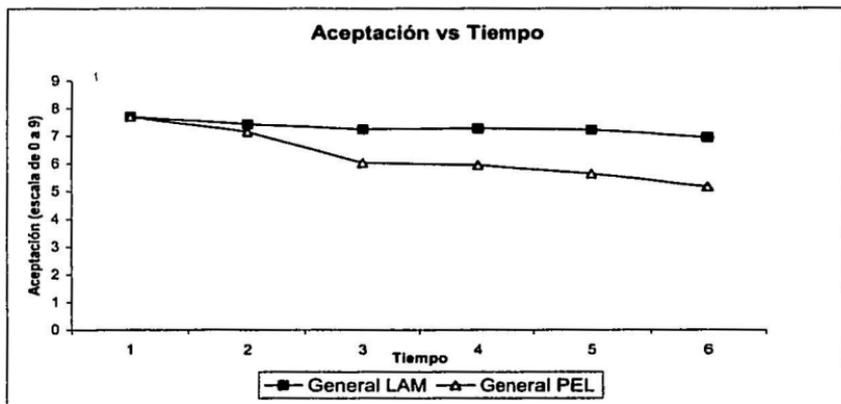


Figura 7. Aceptación General.

Sin duda, los datos son contundentes sensorialmente ya que se detecto diferencia en las muestras desde la semana 4 de experimentación.

En este caso se evaluó la capacidad de protección del envase y/o la estabilidad que proporciona al alimento (tostadas) antes de que éste sufra cualquier clase de alteración que vea mermado sus características originales de producción.

CONCLUSIONES

En el trabajo realizado se determinó que la mejor opción de las dos evaluadas para envasar tostadas, es la laminación de Polipropileno – Polipropileno, ya que proporciona una excelente protección al producto, disminuyendo significativamente los cambios que pueda sufrir durante su vida útil.

El uso de este material es conveniente gracias a sus excelentes propiedades de barrera al oxígeno, al vapor de agua y en general a los gases; además de su disponibilidad en el mercado y precio relativamente bajo.

No podemos dejar fuera que este material es muy noble y podemos imprimir cualquier tipo de arte sacándole provecho mercadológicamente hablando.

Las técnicas de evaluación de deterioro (hexanal, humedad, Aw y evaluación sensorial) del producto fueron determinantes y contundentes al momento de comparar las dos opciones (laminación y película) ya que claramente se distinguió cual era la mejor opción para envasar tostadas conservando sus cualidades sensoriales lo más cercanas al día en que fueron elaboradas.

Por lo anterior, podemos concluir que estos resultados se pueden aplicar al mercado nacional de botanas en México, siempre y cuando el producto tenga una composición muy similar al de una tostada.

BIBLIOGRAFIA

1. Adrian J. "Análisis nutricional de los alimentos" Zaragoza, España 1998. Editorial Acribia.
2. Badui Dergal Salvador, "Química de los Alimentos", México 1995, Editorial Alambra Mexicana, 3ra. Edición.
3. DJ Clements & E.A. Decker. "Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: Impact of Molecular Environment on Chemical Reactions in Heterogeneous Food Systems" Journal Food Science, Vol. 65 No. 8 November / December 2000
4. Desrosier W. Norman " Elementos de Tecnología de Alimentos", México 1999, Editorial CECSA, 14ava. Edición
5. Fenema Owen R., "Química de los Alimentos", Zaragoza, España 1993, Editorial Acribia, 2da. Edición.
6. Hanlon Joseph F., "Handbook of Package Engineering" U.S.A. 1971, Editorial McGraw-Hill, 3ra. Edición
7. Matz Samuel A., "Snack Food Technology" Westport, Connecticut 1990, The Avi Publishing Company, Inc.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

2da. Edición.

9. Pedrero Daniel, " Evaluación Sensorial de los Alimentos" México 1995 Editorial, Edición
10. Rodríguez Tarango José Antonio, "Ingeniería y Diseño en Envases y Embalajes", Tomo III, México 1997, Editorial Packaging Ingeniería de Envase y Embalaje, 3ra. Edición.
11. Rodríguez Tarango José Antonio, "Manual de Ingeniería y Diseño en Envase y Embalaje" México 1997, Editorial Packaging Ingeniería de Envase y Embalaje, 3ra. Edición.
12. Rodríguez Tarango José Antonio, "Interacción Envase Producto", Envase Performance, Año 8, No. 81, México 1998.