



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

U. N. A. M.

FACULTAD DE ESTUDIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLÁN



Departamento de
Exámenes Profesionales

ENVASE Y EMBALAJE DE ALIMENTOS:

PROPUESTA DE UN ENVASE FLEXIBLE PARA
ADEREZO DE QUESO QUE PROLONGUE
SU VIDA DE ANAQUEL.

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A :

ANABEL GARCÍA VELÁZQUEZ

ASESORA: I. A. ROSALÍA MELÉNDEZ PÉREZ.

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO. 2003



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.

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



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



Departamento de
Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

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: Propuesta de un envase flexible

para aderezo de queso que prolongue su vida de anaquel.

que presenta la pasante: Anabel García Velázquez

con número de cuenta: 9002542-0 para obtener el título de :

Ingeniera en Alimentos

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 30 de Septiembre de 2003

| MODULO | PROFESOR |
|--------|---------------------------------|
| I | I.A. Rosalía Meléndez Pérez |
| II | Dr. José Luis Ariona Román |
| III | I.A. Victor Manuel Avalos Avila |

FIRMA

AGRADECIMIENTOS:

Cuando se inicia una meta, el camino parece largo y difícil, pero cuando se llega, todo ese camino lleno de tropiezos, angustias, alegrías, triunfos, etc. se convierten en los mejores recuerdos que jamás se hayan tenido.

Es por esto que agradezco primeramente a Dios, por concederme el privilegio de la vida, el amor y la salud, porque con ello he podido lograr y disfrutar todo y cada una de las cosas que me he propuesto. Gracias, por escucharme en esos momentos que parecían difíciles pero que finalmente, terminaban con un respiro profundo. Gracias por concederme mantener la perseverancia para el logro de esta meta.

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma De México por abrirme sus puertas para formarme como profesionista. Porque dentro de esta institución he recibido los conocimientos de excelentes catedráticos, así como el mejor acervo bibliográfico. Porque he tenido el privilegio de inyectar en mis venas el orgullo de ser universitaria.

A mi asesora I.A. Rosalía Meléndez P. por todo su paciencia y consejos para la realización de este trabajo.

Agradezco y dedico este trabajo a mis padres quienes han sido cimiento para el logro de mis metas.

Papá: gracias por compartir tu ingenio y conocimientos para ayudarme a resolver esas pequeñas pero a la vez grandes cosas. Por enseñarme la tolerancia hacia los demás aunque a veces es difícil, por saber que siempre cuento contigo.

Mamá: si de algo puedo estar segura es que gran parte de este esfuerzo fue gracias a ti, porque siempre has estado cerca de todo lo que me rodea al escucharme, aconsejarme y compartir toda esa ternura que te caracteriza y que es un aliciente para levantarme, gracias por ser una excelente madre, por todos tus cuidados, preocupaciones y enseñanzas.

Agradezco a mis hermanos:

Gabriel, por tu apoyo y tus consejos en la elaboración de este trabajo. Así como en diferentes momentos de mi vida.

Rocío, por compartir tu alegría, por todos los momentos amenos que pasamos juntas, por esas largas charlas, por ser cómplices y amigas.

Luis Manuel gracias por aguantarme al invadir tu espacio, por tus observaciones para la mejora de este trabajo y por todas las cosas que hemos compartido juntos. Espero que muy pronto tú también logres saborear este triunfo universitario.

A mis tíos por se ejemplo de unión:

Manuel, porque has sido ejemplo de triunfo e influencia en mi educación. Porque también me enseñaste que las metas se consiguen con la perseverancia.

Balby, por todo tu amor y comprensión, por ser ejemplo de alegría y trabajo, así como un ejemplo de que la juventud no se lleva por fuera sino es una manifestación de adentro.

Tete, por todo tu amor y apoyo que siempre han llegado sin necesidad de pedirlo.

Pera, por tu amor y por esos grandes detalles.

A Jesús:

Por ser un estímulo en mi vida personal y profesional, por escucharme y brindarme todo tu apoyo y amor durante todo este tiempo.

A mis amigas:

Angélica, Rosario, Xochitl y Alina, por ser grandes amigas, por compartir todo este camino juntas y lograr combinar nuestra amistad con el trabajo a pesar de nuestras diferencias. Y por toda su alegría que hacía diferente cada día.

INDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 01 |
| CAPITULO I- Metodología de Investigación | |
| 1.1 Metodología de Investigación | 05 |
| 1.2 Descripción del Cuadro Metodológico | 07 |
| CAPITULO II- Antecedentes del aderezo de queso | |
| 2.1 Definición de aderezo | 10 |
| 2.2 Características del aderezo de queso | 10 |
| 2.2.1 Agentes emulsificantes | 11 |
| 2.2.2 Propiedades de las emulsiones | 14 |
| 2.3 Descripción del proceso de elaboración de aderezo de queso | 18 |
| 2.3.1 Proceso de elaboración del aderezo de queso | 20 |
| 2.3.2 Función de ingredientes | 21 |
| 2.4 Reacciones de deterioro en el aderezo de queso | 22 |
| 2.4.1 Lipólisis o rancidez ohidrolítica | 23 |
| 2.4.2 Autooxidación o rancidez oxidativa | 23 |
| 2.4.2.1 Factores que estimulan la oxidación | 24 |
| 2.5 Importancia del envase | 25 |
| 2.5.1 Interacción envase-producto | 27 |
| 2.5.1.1 Permeación | 28 |
| 2.5.1.2 Absorción | 31 |
| 2.5.1.3 Migración | 31 |
| 2.6: Presentaciones comerciales del aderezo de queso | 33 |
| 2.7: Tendencias comerciales | 36 |
| 2.7.1: Envases Flexibles | 37 |
| 2.7.1.1 Ventajas y desventajas | 40 |
| 2.7.2 Envases Stand up-pouches | 41 |
| 2.7.3 Envases para microondas | 43 |

CAPITULO III.- Análisis y Selección de Polímeros

| | |
|--|-----------|
| 3.1 Propiedades de los polímeros comerciales. | 47 |
| 3.1.1 Polietileno | 47 |
| 3.1.1.1 Polietileno de baja densidad | 47 |
| 3.1.1.2. Polietileno lineal de baja densidad | 50 |
| 3.1.2 Polipropileno (PP) | 51 |
| 3.1.3 Poliestireno (PS) | 55 |
| 3.1.4 Etil-vinil acetato (EVA) | 57 |
| 3.1.5 Etil-vinil alcohol (EVOH) | 59 |
| 3.1.6 Polietileno Tereftalato (PET) | 60 |
| 3.1.7 Policloruro de Vinilo (PVC) | 63 |
| 3.1.8 Poliamidas o Nylons | 64 |
| 3.1.9 Ionómeros | 66 |
| 3.2 Criterios de selección para el envase | 70 |
| 3.3 Selección del envase para aderezo de queso | 71 |
| | |
| CONCLUSIONES | 77 |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA | 78 |

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 .- Producción de envases en México | 03 |
| Tabla 2 .-Aplicación de los emulsionantes. | 14 |
| Tabla 3.-Efecto del tamaño de las gotas sobre el aspecto de la emulsión..... | 16 |
| Tabla 4.-Función del envase..... | 26 |
| Tabla 5.-Tipos de polímero según su densidad | 47 |
| Tabla 6.- Permeabilidad de gases y trasmisión de vapor de agua en diferentes películas. | 69 |
| Tabla 7. – Resumen de los polímeros que presentan mejores propiedades de permeabilidad y resistencia a grasas y aceites. | 72 |
| Figura 1. – Cuadro Metodológico..... | 06 |
| Figura 2. - Orientación del agente emulsionante en una emulsión aceite en agua. | 12 |
| Figura 3. –Proceso de elaboración del aderezo de queso | 20 |
| Figura 4. –Interacciones envase-producto..... | 28 |
| Figura 5. - Envase bag in box | 34 |
| Figura 6. - Cubetas de polietileno de alta densidad | 34 |
| Figura 7. - Tarro vitrolero..... | 35 |
| Figura 8. - Bolsa tipo almohadilla de polietileno | 35 |
| Figura 9. - Lata de hojalata | 36 |
| Figura 10. - Envases tipo stand-up pouches | 42 |

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las tendencias de globalización reflejadas en modas internacionales (productos y hábitos alimenticios, etc.), así como un aumento en las exportaciones e importaciones, han generado que en los últimos años se halla incrementado el consumo de comida rápida a nivel nacional, como resultado del acelerado ritmo de vida en la que la sociedad se ve inmersa. Esto que al principio fue una necesidad funcional, ha pasado a ser una moda aún en los hogares, en los que a pesar de poder tener al alcance otro tipo de alimentos se tiende a seguir con estas costumbres.

El aderezo de queso, es un producto cuya principal función es la de añadir sabor, aroma y mejorar la impresión visual de algunas comidas como: papas a la francesa, hamburguesas, nachos, etc. y es indiscutible decir que su consumo se extiende cada día más.

Comercialmente el aderezo de queso se maneja en presentaciones de 4-5 Kg. las cuales están destinadas para gran consumo, es decir en negocios, dentro de la comercialización destinada al consumidor minoritario se encuentran las presentaciones de 450-1000 g. Todas estas presentaciones se manejan en envases como latas, bolsas en cajas, bolsas y envase semirígido.

La formulación para el aderezo de queso es muy variable, pero el procesamiento que se describe en este trabajo, tiene una vida de anaquel de 70 días aprox. en envases de polietileno.

El producto para su consumo debe calentarse a baño maría de 35 a 45°C durante 15 minutos, para obtener una salsa más fluida que pueda ser aplicada fácilmente después de su refrigeración.

El presente trabajo tiene como objetivo el hacer una propuesta de envase que prolongue la vida de anaquel del aderezo de queso y que cubra con las tendencias actuales de desarrollo en los envases.

Pero que al mismo tiempo, su diseño permita cubrir con detalles de carácter multifuncional, como es la mercadotecnia, que incluye diseños para su presentación en aparadores, que el envase sea atractivo, ergonómico, que permita una mejor funcionalidad (como es el uso en microondas o por inmersión en agua caliente para su calentamiento) y un manejo higiénico, el cual, durante los últimos años se le ha dado una gran importancia en el área de alimentos, ya que se ha convertido en una demanda de parte del consumidor y un requisito de diversas leyes, regulaciones y normas tanto para exportaciones como importaciones.

Para tal fin, en este trabajo se hace hincapié de los envases flexibles tipo stand-up pouches, (bolsas que se sostienen desde su base) porque este tipo de envase, se presenta como una alternativa de innovación en el envase de aderezo de queso así como una alternativa para prolongar la vida de anaquel del producto, gracias a que se pueden combinar por medio de extrusión o laminación varias capas de polímeros en la misma estructura del envase. La extrusión genera desperdicios menores que los del proceso de inyección. 18

Considerando además que de esta forma se reducen enormemente los costos, que comparados con otro tipo de materiales como son: vidrio, metal o envases rígidos de plástico, los ahorros ya son significativamente interesantes, puesto que el uso de envases flexibles contribuye a disminuir en gran escala los gastos de transportación, espacio en los centros de acopio, etc.

Haciendo referencia a la producción nacional de envases plásticos durante los últimos seis años (los datos se muestran en la tabla 1), las cifras indican que los envases de cartón-papel y los de plástico no han perdido crecimiento en el mercado nacional.

El envase de plástico está ganando terreno al envase de vidrio porque la tecnología actual ha permitido que distintos envases ofrezcan grandes ventajas para diferentes necesidades de producto y en materia ecológica, los estudios han revelado que el vidrio es, de hecho, más dañino al medio ambiente que el plástico. Ambos materiales son reciclables, sin embargo, la cantidad de energéticos que se deben consumir para reciclar al vidrio es mayor que la necesaria para reciclar plásticos.¹⁹

Tabla No. 1.-Producción de envases en México

| Valor de la producción de Envases en México* (millones de pesos) | | | | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Papel y Cartón | 9,453.88 | 11,397.01 | 13,828.74 | 15,887.83 | 16,106.60 | 16,423.60 |
| Plástico | 7,344.69 | 8,405.52 | 9,478.53 | 11,048.67 | 11,409.80 | 11,567.74 |
| Vidrio | 5,183.86 | 6,084.74 | 6,512.43 | 7,107.88 | 7,012.47 | 7,885.74 |
| Metal | 5,652.03 | 6,904.05 | 7,580.73 | 7,386.41 | 7,351.34 | 7,405.38 |
| Madera | 200.66 | 317.17 | 359.57 | 375.24 | 372.63 | 304.03 |
| TOTAL | 27,835.12 | 33,108.49 | 37,760.00 | 41,806.03 | 42,252.84 | 43,586.49 |

*Enero-Septiembre de cada año.

Fuente: AMEE, 2002

CAPÍTULO I

Metodología de Investigación

1.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

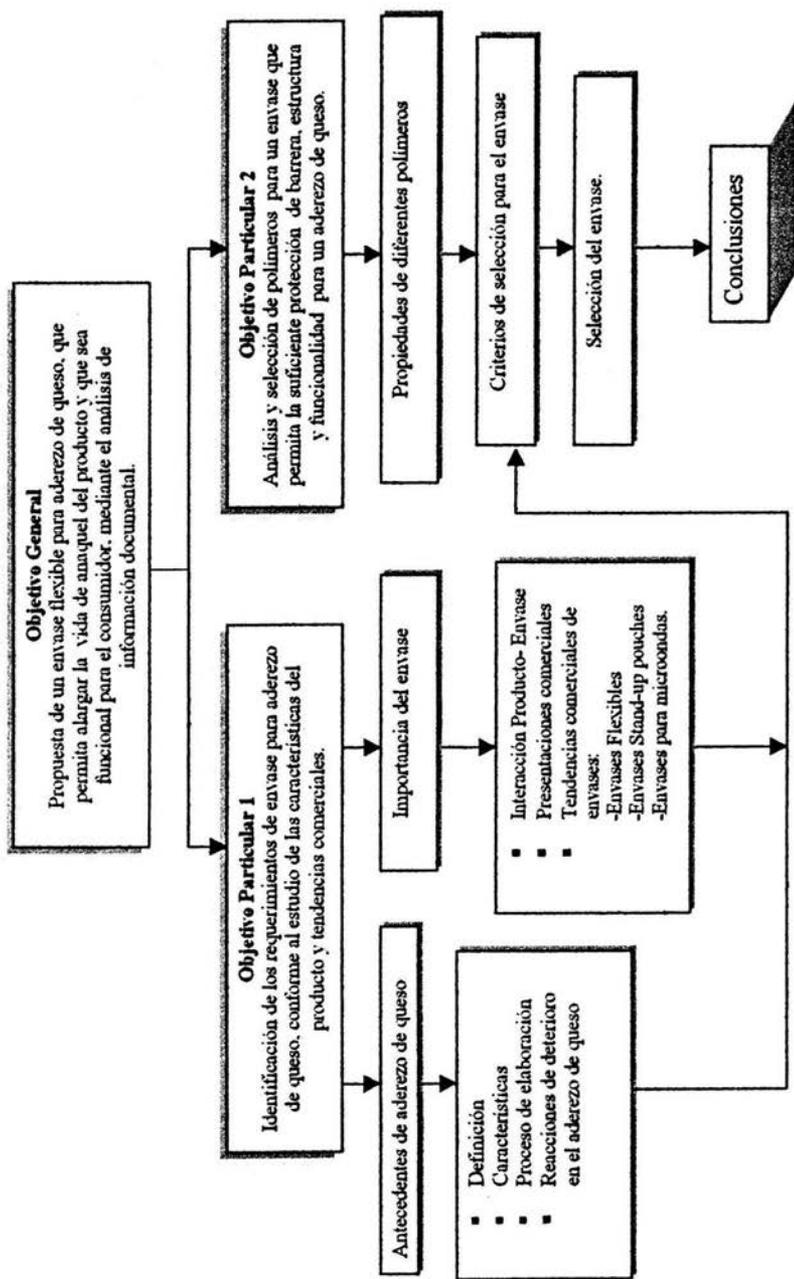
El propósito del presente trabajo de investigación documental es el de analizar la información con base a las propiedades del producto para identificar las necesidades primordiales de envase para prolongar la vida de anaquel del aderezo de queso.

Así también se presenta información de los principales polímeros comerciales para seleccionar aquellos cuyas propiedades sean las mejores en cuanto a barrera, estructura y resistencia, para unirlos por medio de una laminación en un envase flexible.

Se manejará información documental que justifique la importancia que ha traído hoy en día el envase flexible, ya que en resumen se puede decir, que ha sido aceptado ampliamente, ocupando cada día mas lugares en los anaqueles de los supermercados, porque se ajustan perfectamente a las necesidades de la industria alimentaria y el consumidor lo ve como un medio de conservación seguro y resistente, al igual que práctico, que se puede calentar en microondas y una vez abierto volver a cerrar para su posterior utilización, etc.

La metodología que se siguió para la realización de este trabajo se presenta en la figura 1

Figura 1.- CUADRO METODOLÓGICO



1.2 DESCRIPCIÓN DEL CUADRO METODOLÓGICO

OBJETIVO GENERAL

Propuesta de un envase flexible para aderezo de queso, que permita alargar la vida de anaquel del producto y que sea funcional para el consumidor, mediante el análisis de información documental.

En este objetivo general se plantea una propuesta de envase, cuya finalidad es la de alargar la vida de anaquel del aderezo de queso, mediante la protección de un envase flexible, ya que con éste se pueden combinar varios sustratos de polímeros que brinden la protección adecuada para impedir o retardar por más tiempo cambios indeseables en el producto, como son: color, sabor, textura, etc. y de esta manera también cubrir la demanda del consumidor por obtener un producto inocuo, fácil de manipular, que sea innovador y que se ajuste a las necesidades cotidianas.

Al cubrir con las anteriores demandas de envase, también se pueden reducir las de la industria, demandas que se traducen en costos de comercialización y producción.

Para poder cumplir con el objetivo general, la información se manejará en dos objetivos particulares los cuales se describen a continuación:

OBJETIVO PARTICULAR 1

Identificación de los requerimientos de envase para el aderezo de queso, conforme al estudio de las características del producto y tendencias comerciales.

En este objetivo particular 1 se llevará a cabo una recopilación bibliográfica, hemerográfica o de otra fuente, que nos lleve a centrar los requerimientos del envase conforme a las características del producto y su producción, es decir, tener conocimiento del producto en cuanto a propiedades particulares y alteraciones más factibles, así como los factores para que estas se presenten, y las posibles interacciones de éste con el envase.

También se analizará la comercialidad del producto, es decir, los tipos de envases usados actualmente, así como las tendencias en el mercado, para definir el tipo de envase flexible que se propondrá.

OBJETIVO PARTICULAR 2

Análisis y selección de polímeros para un envase que permita la suficiente protección de barrera, estructura y funcionalidad para un aderezo de queso.

En este objetivo se presentará información de los principales polímeros comerciales de uso alimenticio.

Posteriormente se hará un planteamiento de los criterios que se tomaran para la selección del envase para aderezo de queso.

Por ultimo se seleccionaran los polímeros que reúnan con las condiciones antes mencionadas (en los criterios de selección) para lograr la mejor protección del producto y de esta manera alargar la vida de anaquel.

CAPÍTULO II

Antecedentes del Aderezo de Queso

2.1 DEFINICION DE ADEREZO

Se define como aderezo, al producto preparado para sazonar alimentos elaborados con aceite vegetal comestible, huevo, acidificantes como vinagre o limón, azúcares, especias, condimentos y otros ingredientes; que puede ser líquido, homogenizado o en fases múltiples.⁸

Otra definición podría ser:

Adorno o condimento de un platillo. Por extensión, se llama aderezo a ciertas salsas generalmente fluidas.²⁸

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL ADEREZO DE QUESO

El *aderezo de queso*, es una emulsión sencilla aceite/agua (O/W), con un 22% de aceite vegetal y grasa, la estructura o espesor del producto se consigue añadiendo proteínas o polisacáridos, ya que estas estabilizan la emulsión.

Esta emulsión O/W es un sistema bifásico que consiste en dos líquidos inmiscibles en que uno de ellos se encuentra distribuido como glóbulos definidos en el interior del otro. Esta distribución se logra por medio de un esfuerzo mecánico el cuál divide finamente los glóbulos de grasa (a un décimo de su diámetro inicial), en la mezcla con el objeto de conseguir una suspensión permanente, evitando que la grasa se separe del resto de los componentes y ascienda hacia la superficie. Pero para lograr mantener esta estabilidad es necesario hacer uso de los emulsificantes.

En la emulsión que forma el aderezo de queso, su característica es que el aceite se encuentra en forma de pequeñas gotas de 1 μm como fase dispersa distribuidas en el agua, como fase continua o dispersante son inestables y si se les permite reposar por algún tiempo, las moléculas de la fase dispersa tienden a asociarse para constituir una capa que puede precipitar o migrar a la superficie, según la diferencia de densidades entre las dos fases.^{12,34,22}

La consistencia del aderezo de queso no debe ser demasiado líquida ni demasiado rígida, de forma que se pueda sacar la cantidad deseada sin tener que sacudir el envase y permanecer sobre el alimento como una masa coherente, sin esparcirse demasiado.

Un aderezo físicamente estable, no muestra tendencia a la separación gravitacional de las fases sólidas y líquidas, no tiene tendencia a la sinéresis y no presenta cambios de consistencia despreciables durante su vida comercial.

Un aderezo que inicialmente es estable puede perder su estabilidad como consecuencia de una hidrólisis ácida gradual de alguno de sus espesantes, con la siguiente pérdida de viscosidad aparente.³⁰

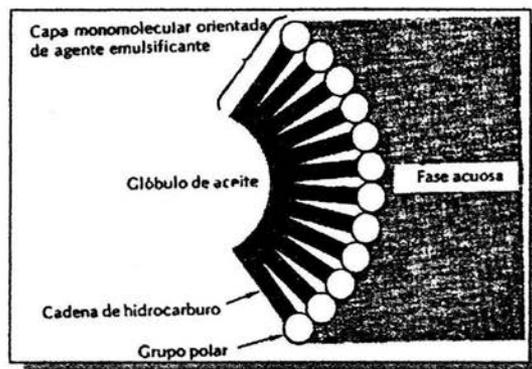
2.2.1 Agentes Emulsificadores

El primer beneficio que se obtiene del proceso de emulsificación, es la reducción de la tensión interfacial, con la adición de un tercer componente en la emulsión que son los agentes de superficie activa, es decir, los emulsificantes, los cuales favorecen la estabilidad de una emulsión.²³

El emulsificante, es un agente tensoactivo que disminuye la tensión interfase y forma una barrera física alrededor de cada glóbulo con la que evita la coalescencia de las gotas del otro líquido. El líquido con menor tensión superficial, se esparce más fácilmente y forma la fase continua. Al mismo tiempo, las moléculas del emulsificante se deben acumular en la interfase aceite/agua, para evitar la coalescencia de la fase dispersa.^{12,7}

En la figura 2 se esquematiza como funciona un emulsificante en dos líquidos inmiscibles.

Figura 2.- Orientación del agente emulsificante en una emulsión de aceite en agua.



Charley H., 1989

En la figura 2 se representa como la porción soluble en agua de cada molécula se orienta y se disuelve en la fase continua del agua que rodea la gota de aceite. Las moléculas del emulsificante se agrupan estrechamente alrededor de la gota de aceite, lo suficiente para formar una capa con el grosor de una molécula. La capa protectora alrededor de las gotas de aceite emulsificado consiste de al menos, tres capas: la más externa consiste en las moléculas de grasa, la capa del emulsificante, y la capa más interna consiste en las moléculas de agua.

Si dos gotas de aceite ya emulsionadas, se ponen en contacto, la capa protectora evita su coalescencia.

Estos tipos de emulsificantes o agentes emulsificadores se clasifican en :

1. *Emulsificantes orientados hacia la interfase aceite-agua* (emulsificantes alimentarios).-Son agentes tensoactivos que constan de mitades hidrófilas e hidrófobas. Estos compuestos se clasifican en iónicos y no iónicos.

Iónicos (sales de ácidos grasos, estearil-2-lactilato de sodio, fosfolípidos, proteínas) El principal inconveniente de estos emulsificantes en las emulsiones alimenticias es que pueden reaccionar con varios iones para formar complejos que tal vez tengan reducido poder emulsificante y menor solubilidad en ambas fases líquidas.

No iónicos (ésteres de glicerina, ésteres de la poliglicerina, ésteres grasos de propilenglicol, ésteres grasos del sorbitán, ésteres grasos de polioxietileno y sorbitán).-Son habitualmente solubles en una de las fases y no reaccionan con los iones antes mencionados motivo por el cual se utilizan ampliamente en la industria alimentaria.

2. *Partículas finamente divididas adsorbidas en la interfase*.-Las partículas de hidróxido de magnesio, aluminio, y calcio, al igual que la tierra de diatomeas, silicatos, proteínas coaguladas y fragmentos de células vegetales (especies molturadas) se adsorben en la interfase óleo-acuosa y su misión es evitar la coalescencia.
3. *Hidrocoloides dispersables en agua que aumentan la viscosidad de la fase continua*.-Los hidrocoloides, como las gomas vegetales y gelatinas, hacen de estabilizadores en las emulsiones O/W por aumento de la viscosidad de la fase continua acuosa (emulsiones auxiliares) y a veces por formar películas interfase firmes, alrededor de los glóbulos (emulsionantes primarios). Las gomas vegetales utilizadas en las emulsiones alimenticias son polisacáridos altamente hidrófilos con propiedades aniónicas y no aniónicas.

Las propiedades emulsificantes ideales para una emulsión O/W, serían las de una proteína con un peso molecular relativamente bajo, con una composición equilibrada de aminoácidos en lo que a restos cargados, polares y apolares se refiere, una buena solubilidad en agua, una hidrofobicidad de superficie amplia y una conformación relativamente estable.²⁰

Dependiendo del predominio de una de las partes de la molécula sobre la otra, el emulsionante tendrá un carácter lipófilo o lipófobo, y por siguiente, presentará una mayor afinidad por el agua o por los aceites, esta característica se conoce como balance hidrófobo-lipófilo, (BHL en inglés HLB) y es una propiedad importante que debe tomarse en cuenta al seleccionar un emulsionante, en la tabla 2 se muestran estos valores de BHL según su aplicación.

Tabla 2.-Aplicación de los emulsificantes

| Intervalo de número BHL | Aplicación |
|-------------------------|---------------------|
| 3-6 | Emulsión W/O |
| 7-9 | Agentes humectantes |
| 8-15 | Emulsión O/W |
| 13-15 | Detergente |
| 15-18 | Solubilizantes |

Lewis M.J., 1993

Este método (BHL) es solo una forma aproximada de conocer el emulsionante adecuado por lo que para la selección de este la mejor manera es probar algunos directamente en el alimento.^{20,22} y tomar en cuenta los requisitos técnicos de un emulsionante para usarlo en salsas. Estos requisitos se enumeran a continuación:

1. Proporcionar la viscosidad requerida
2. Estabilidad frente al calor en presencia de diferentes ácidos
3. Cierta tolerancia a pequeñas variaciones en las condiciones de procesado
4. Preferiblemente que produzca dispersiones opacas
5. Estabilidad durante un almacenamiento prolongado.

2.2.2 Propiedades de las Emulsiones

A escala industrial es importante controlar el proceso de emulsión, por lo cual es necesario tener un conocimiento básico de las propiedades de las emulsiones para detectar y controlar alguna posible variación. A continuación se clasifican y se describen estas propiedades:

a) *Distribución de los glóbulos según su tamaño*

El intervalo de tamaño de los glóbulos o partículas de la mayoría de las emulsiones alimenticias, depende del tipo y de la concentración del emulsificante, del tratamiento mecánico como la molturación y la homogeneización coloidales, y del tiempo de almacenamiento.

La distribución de los glóbulos se determina según el tamaño, midiendo los diámetros de 500 a 2000 gotitas con el microscopio.¹³

b) *Carga de la partícula.*

El efecto de carga eléctrica en la interfase, está dado por un potencial eléctrico, que provoca que los glóbulos de la fase interna tengan una doble capa de cargas eléctricas que favorecen las fuerzas de repulsión, entre los glóbulos y el medio acuoso para mantener en suspensión éste en el seno de la emulsión, incrementando tanto su viscosidad como la estabilidad de esta.²³

En emulsiones de partículas pequeñas, la carga de la partícula es de extrema importancia para mantener la estabilidad de la emulsión, mientras que en las emulsiones con una alta viscosidad la carga de las partículas no es factor determinante en la estabilidad de la misma.

La viscosidad es un parámetro indirecto de la estabilidad de la emulsión con respecto al tiempo (vida de anaquel de la emulsión). Cuando una emulsión se rompe, se deforma la simetría de la doble capa eléctrica alrededor del glóbulo y se modifica la interacción de las cargas eléctricas, favoreciendo las fuerzas de atracción entre ellas y produciendo la floculación o en caso más grave la coalescencia de la emulsión.²³

c) *Propiedades Ópticas.*

La opacidad de una emulsión depende de los ingredientes usados, su color y la diferencia en el índice de refracción y en el tamaño de las partículas de la fase dispersa. Una emulsión es transparente cuando son idénticos los índices de refracción de las fases o cuando los diámetros de los glóbulos son de $0.05\mu\text{m}$ o inferiores. La opacidad de una emulsión aumenta cuando el tamaño medio de los glóbulos se incrementa de 0.05 a $1\mu\text{m}$ y a este último consigue la máxima opacidad. En la tabla 3 se muestra el efecto del tamaño de la gotita en el aspecto de una emulsión.¹³

Tabla 3.- Efecto del tamaño de las gotas sobre el aspecto de la emulsión

| Tamaño de la partícula | Aspecto |
|---|--------------------------------|
| Macroglóbulos | Pueden diferenciarse dos fases |
| Mayores de 1 μm | Emulsión blanca lechosa |
| De 1 μm a 0.1 μm | Emulsión azul blanquecina |
| De 0.1 μm a 0.05 μm | Gris semitransparente |
| De 0.05 μm o menores | Transparente |

Fenema, 1985

d) *Propiedades Reológicas*

Las emulsiones muy diluidas presentan flujo newtoniano con una relación lineal entre la tensión (τ) y la velocidad de ruptura ($\dot{\gamma}$). En emulsiones más concentradas, los glóbulos interactúan entre sí para formar agregados y, entonces, estos sistemas muestran comportamiento reológico no newtoniano, como es el caso del aderezo de queso.

Son varios los factores que actúan en el comportamiento reológico de las emulsiones alimenticias como:

- I. Viscosidad de la fase continua.- La viscosidad de la fase continua es el principal factor que rige el comportamiento reológico de una emulsión, en muchas emulsiones alimenticias, se adicionan gomas a la fase continua para elevar la estabilidad así como para incrementar la viscosidad.
- II. Viscosidad de la fase dispersa.- La viscosidad de la fase dispersa sólo es significativa cuando se comporta como líquido. Puesto que los glóbulos en emulsión suelen comportarse como esferas rígidas, su efecto sobre la viscosidad es habitualmente de poca importancia.
- III. Concentración de la fase dispersa.- Cuando la fase dispersa se incrementa a mayor volumen que el de la continua, aumenta la viscosidad aparente de la emulsión, es decir, cuando crece el número de glóbulos y ocupan mayor volumen

total, se acrecienta el contacto entre ellas y se produce aumento de la viscosidad. Únicamente el 74% del volumen total de una emulsión puede estar ocupado por la fase dispersa cuando las gotitas son esféricas, de tamaño uniforme y no las ha deformado la presión. Si la fase dispersa supera el 74% de la emulsión, las gotitas están deformadas y la emulsión posee alto grado de plasticidad.¹³

IV. Película en la interfase y emulsionantes.- Por lo general, una viscosidad elevada es el resultado de una concentración relativamente alta de emulsionante y este efecto es atribuible al incremento de la adsorción de algunos tipos de molécula (proteínas), y a la retención de la fase continua en las micelas formadas por el exceso de moléculas de emulsionantes.¹³

e)Propiedades Sensoriales

Para productos semisólidos y líquidos tales como los aderezos, la textura se expresa en términos tales como: espesor, suavidad o cremosidad.

El espesor se ha identificado como una cantidad que está correlacionada con la viscosidad, en particular con la viscosidad a altas velocidades de deformación.

La suavidad se estima como una propiedad altamente deseable de los aderezos, esta se ha relacionado con las fuerzas de fricción, que están relacionadas con el esfuerzo umbral a velocidad de deformación bajas, la suavidad disminuye aumentando el tamaño medio de las gotitas de aceite y aumentando su polidispersibilidad.

La cremosidad es un atributo que tiene aspecto viscoso, de aroma y sabor; el componente de aroma depende fuertemente de la presencia y liberación de ciertos aromas lácteos típicos.³⁴

2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL ADEREZO DE QUESO

El aderezo de queso es uno de los productos que forman parte de la gran variedad de los productos elaborados con grasa y aceite y se clasifican dentro de las emulsiones O/W.

A continuación se describe el proceso de elaboración del aderezo de queso a nivel industrial, en la figura 3 se esquematiza con un diagrama de bloques.

Esta información no se encontró bibliográficamente, sino que es información recopilada por experiencia laboral.

Los ingredientes de que está compuesta esta emulsión son: Agua, grasa vegetal comestible, queso Manchego, queso Cheddar modificado enzimáticamente, almidón de maíz, leche descremada en polvo, suero de leche en polvo, sal, estabilizador, acidulante y colorante natural.

Los ingredientes se pesan y dosifican de acuerdo a la formulación, posteriormente se hace una rehidratación.

Rehidratación: Se hace una rehidratación de las premezclas sólidas (almidón de maíz, leche descremada en polvo, suero de leche en polvo, sal, estabilizador) agitando a 40°C(+/-2).

Mezcla: En esta etapa se añade en un tanque enchaquetado y con mezclador de paleta, la mezcla previamente rehidratada, los dos tipos de queso, así como el sabor, color, la grasa (la cual debe encontrarse de 50-60°C) y el agua. Esta mezcla se precalienta de 72-75°C.

Homogenización: La mezcla se homogeniza a una presión de 1600 lb/in². El propósito de la homogenización es obtener una emulsión estable, así como un tamaño y distribución uniforme de la grasa y los demás ingredientes.

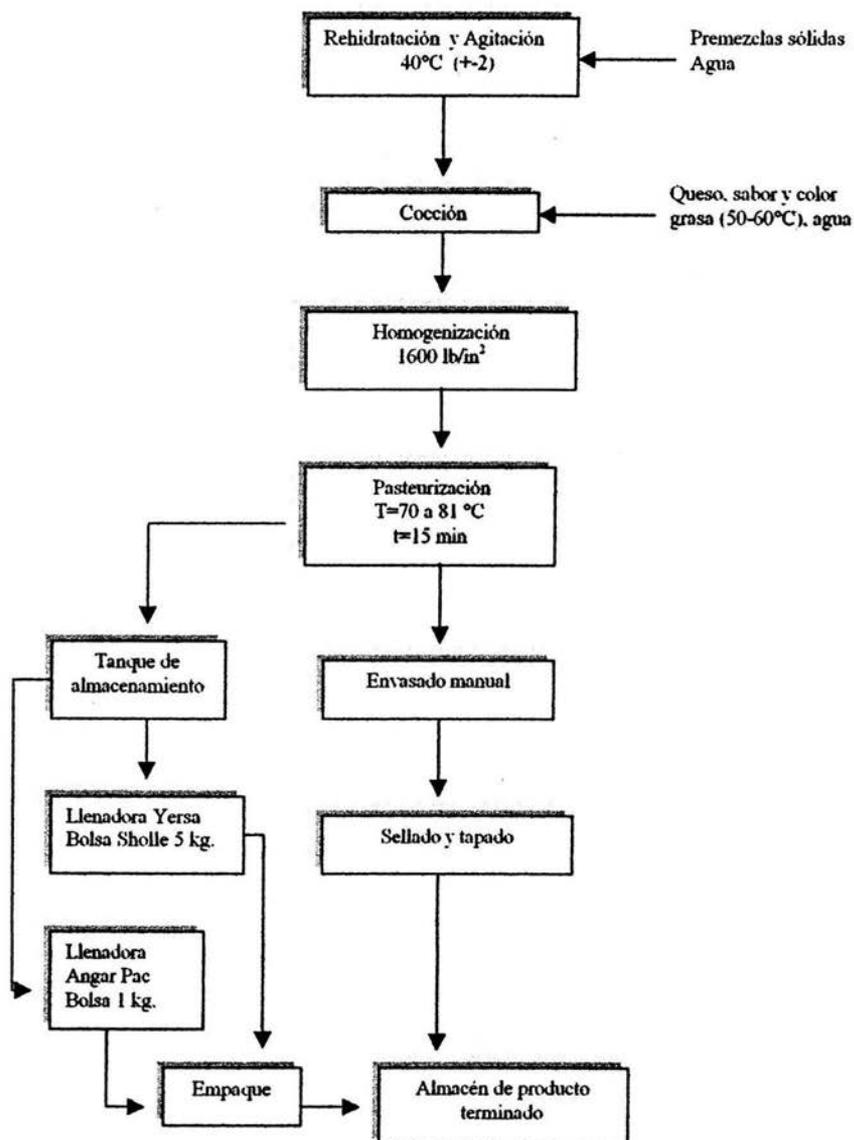
Pasteurización: Una vez obtenida esta homogenización, se procede a la pasteurización, la cual se hace mediante un pasteurizador tubular, durante 15 min. a una temperatura de 70 a 81°C.

Envasado: El envasado se lleva a cabo por medios manuales o automatizados. En el envasado manual, el producto sale del pasteurizador a la línea de envasado, donde los envases una vez llenados se sellan y tapan para ser trasladados al almacén de producto terminado. Cuando el envasado se hace automatizado, después de la pasteurización se transfiere a un tanque de almacenamiento para ser distribuido a las distintas llenadoras donde posteriormente se empaqueta y se destina a almacén de producto terminado.

2.3.1 Proceso de elaboración del Aderezo de Queso

En este diagrama de bloques se puede apreciar cada etapa del proceso de elaboración de queso con algunas de sus condiciones.

Figura 3.- Proceso de elaboración del aderezo de queso



2.3.2 Función de ingredientes

Agua.- Es el componente mayoritario en la emulsión. Es el medio disolvente de los ingredientes hidrosolubles y fase continua de la emulsión.

Aceite Vegetal.- Es uno de los ingredientes principales del producto puesto que representan la fase dispersante de la emulsión, coadyuvan al sabor. Los aceites generalmente utilizados en el aderezo de queso, son de maíz, girasol, soya.¹³

Almidón de maíz.- Sirve para aumentar la viscosidad; puesto que cuando se calienta la suspensión acuosa la viscosidad aumenta lentamente y después de alcanzar un máximo de viscosidad se reduce de forma no muy marcada o rápida.^{30, 13.}

Leche descremada en polvo.-Los sólidos no grasos son de proteínas, lactosa y sales minerales, se añaden en forma de leche en polvo descremada. Mejoran la textura al ligar y reemplazar el agua.³³

Sal.-Es un potenciador del sabor que ayuda a resaltar el sabor de otros ingredientes. La sal ayuda a conservar el aderezo dándole estabilidad y cuerpo.²¹

Estabilizador.- Es una sustancia que cuando se dispersa en una fase líquida (agua) absorbe una gran cantidad de moléculas de agua. A este fenómeno se le llama hidratación y quiere decir que el estabilizador forma una entramada que evita que las moléculas de agua se muevan libremente.

Hay dos tipos de estabilizadores: proteínicos(gelatina, caseína, albúmina y globulina) y carbohidratados (hemicelulosa y compuestos modificados de celulosa)³³

Acidulante.- Sustancia que modifica o mantiene el aroma o sabor del aderezo de queso, así como modifica o mantiene su acidez.

2.4 REACCIONES DE DETERIORO EN EL ADEREZO DE QUESO

Como se puede advertir por la información antes mencionada, el aderezo de queso está constituido en su mayoría por agua, grasas, aceites, contribuyendo estos lípidos a la textura y en general a las propiedades sensoriales de este.

Estos compuestos están expuestos principalmente a alteraciones químicas que alteraciones por microorganismos, estas transformaciones además de reducir el valor nutritivo del aderezo de queso producen compuestos volátiles que imparten olores y sabores desagradables; esto se debe a que el enlace éster de los acilglicéridos es susceptible a la hidrólisis química y enzimática, y que los ácidos grasos insaturados son sensibles a reacciones de oxidación. El grado de deterioro depende del tipo de grasa o de aceite; en términos generales, los que más fácilmente se afectan son los de origen marino, seguidos por los aceites vegetales y finalmente por las grasas animales.¹

Los principales mecanismo, implicados en estas alteraciones son:

- 1) *Rancidez oxidativa*: Se refiere a la acción del oxígeno y de las lipoxigenasas sobre las insaturaciones de los dos ácidos grasos.
- 2) *Rancidez hidrolítica o lipólisis*: Este tipo de alteración se debe básicamente a la acción de las lipasas, (que pueden ser de origen microbiano o procedentes del alimento) que liberan ácidos grasos de los triglicéridos.
- 3) *Rancidez cetónica*: oxidación intensa, que sucede a la hidrólisis y a la liberación de ácidos grasos.

A continuación se describen los principales mecanismos a través de los cuales se alteran los lípidos y que pueden dar como resultado la rancidez del aderezo de queso.

2.4.1 Lipólisis o Rancidez Hidrolítica

La lipólisis o rancidez hidrolítica se lleva a cabo por medio de la hidrólisis de los enlaces éster entre la estructura del glicerol de los triglicéridos y los ácidos grasos, producida por acción enzimática o por calentamiento en presencia de agua, dando lugar a la liberación de digliceridos, monoglicéridos y ácidos grasos libres.⁷

Mientras que en las grasas lácteas y productos derivados de la leche, la lipólisis se percibe olfativamente, de ahí su nombre “rancidez hidrolítica.

2.4.2 Autooxidación o Rancidez Oxidativa

Esta rancidez oxidativa, es una de las causas más importantes en el deterioro de grasas y lípidos. Estos alimentos se alteran fundamentalmente por la acción del oxígeno sobre los ácidos grasos insaturados.

Esta oxidación se conoce como autooxidación, debido a que es un mecanismo que genera compuestos que a su vez mantienen y aceleran la reacción. ^{13,1.}

Inicialmente se forman peróxidos que se descomponen en hidrocarburos, aldehídos, cetonas y cantidades menores de epóxidos y alcoholes, causantes de sabores y olores indeseables.³⁹

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.⁹

La rancidez y los sabores indeseables son el resultado de la oxidación de las grasas, mientras que el envejecimiento está relacionado con la migración de la humedad y la pérdida de agua del alimento.³

Este tipo de reacciones puede ser iniciadas, inhibidas o modificadas por muchos factores, incluyendo los metales, enzimas, antioxidantes, temperatura, luz, pH, y A_w .⁹

En los aceites vegetales que conforman el aderezo de queso, existe el riesgo de la aparición de sabores desagradables como consecuencia de una oxidación menos intensa que la necesaria para producir rancidez.

2.4.2.1 Factores que estimulan la oxidación

Como ya se mencionó, los principales mecanismos de alteración de los lípidos son dos, pero los factores que están directamente involucrados para iniciar, inhibir o modificar estas reacciones se describen a continuación:

Temperatura.-La velocidad de autooxidación aumenta con la temperatura, al igual que la energía de activación que depende fuertemente de ésta. A temperaturas altas se acelera tanto la generación de radicales libres como su desaparición, y puede esperarse que la relación entre velocidad y temperatura pase por un valor máximo, especialmente a altos valores de oxidación y altas temperaturas. A temperaturas por encima de 60°C la velocidad se duplica por cada 15°C de aumento (la refrigeración y aun la congelación no necesariamente la inhiben).¹

Luz.- Los ácidos grasos y sus peróxidos son sustancias incoloras que no absorben la luz visible. Sin embargo, absorben marcadamente la luz ultravioleta en los compuestos insaturados, especialmente si las dobles ligaduras son conjugadas. La luz, ejerce un efecto fotoquímico debido a las radiaciones ultravioleta. El efecto de la luz solar es bien conocido, y debe tenerse muy en cuenta en el envasado y conservación de la leche y productos lácteos; el envase opaco es el más racional.³

Oxígeno.- Los alimentos grasos y los lípidos en general, se alteran fundamentalmente por la acción del oxígeno sobre los ácidos grasos insaturados. La velocidad de autooxidación aumenta al incrementarse la presión de oxígeno presente en el alimento. ⁶
En los sistemas con relaciones superficie/volumen muy grandes, tales como alimentos

deshidratados o modelos consistentes de un lípido absorbido sobre celulosa pulverizada, la velocidad de oxidación es muy rápida y casi independiente de la presión de oxígeno.¹²

Humedad.- El efecto de la actividad de agua sobre la velocidad de oxidación de los lípidos es muy complejo. La rancidez se desarrolla rápidamente tanto a niveles de humedad muy altos como muy bajos. La estabilidad máxima se observa a niveles de humedad intermedia o en valores de monocapa.³

Metales.- El cobre y el hierro inician esta transformación en concentraciones menores de 1ppm, por lo que es muy importante evitar todo contacto con recipientes o equipo elaborado con estos metales. El cobre tiene más especificidad para catalizar la oxidación de las grasas lácteas y el hierro para los aceites vegetales.¹

Uno de los objetivos del envase propuesto es proteger al aderezo de queso, de factores como humedad, luz, oxígeno. Por lo cual esta importancia del envase para el producto se describe a continuación.

2.5 IMPORTANCIA DEL ENVASE

Un medio indispensable para que los alimentos lleguen al consumidor son los envases, por lo tanto el primer contacto del consumidor con el producto, es el envase. En la industria de los alimentos, dada la forma en que los productos se comercializan (tiendas de autoservicio, pequeños locales, etc.), los miles de productos exhibidos captan en promedio tan solo dos segundos o menos la mirada del consumidor, de ahí que un buen envase puede vender, informar y promocionar los productos, pero estas primeras cualidades que atraen al consumidor no son suficientes, ya que el envase debe garantizar que el producto conserve sus cualidades sensoriales en su etapa de comercialización (etapa durante la cual está expuesto a riesgos mecánicos, ambientales, etc.) así como por un periodo de tiempo determinado.

En resumen, se puede definir como un envase, "cualquier recipiente adecuado que está en contacto directo o indirecto con el producto, para protegerlo y conservarlo, facilitando su manejo, transportación, almacenamiento y distribución".³²

Las exigencias concretas que el envase deberá cumplir dependen de las características del producto que va a ser envasado y las propiedades mecánicas que el material de envasado deberá cumplir son del tipo que permitan su utilización en las máquinas de envasado de gran producción y la confección de un envase que pueda soportar las tensiones a las que pueda ser sometido durante su transporte o almacenamiento.

En la tabla 4 se resumen las principales funciones del envase así como sus consideraciones.

Tabla No.4.- Funciones del envase

| <i>FUNCIONES</i> | <i>CONSIDERACIONES</i> |
|---------------------------|---|
| Protección | A prueba de gas, a prueba de humedad, impermeabilidad, protección contra los rayos del sol y ultravioleta, protección contra agentes atmosféricos, conservación del aroma. |
| Estabilidad | Protección contra agentes químicos, climatización, protección contra el calor, contra el frío, contra la congelación, contra la radiación, contra gases, contra altas temperaturas, contra aceites, contra agua, etc. |
| Resistencia Física | Resistencia a: la tracción, al estiramiento, al desgarre, a la flexión, al corte, al rozamiento, la compresión, la punción y a golpes; suavidad |
| Maquinabilidad | Hermeticidad, Deslizamiento, dotado de elasticidad, a prueba de contracción térmica, estabilidad dimensional, a prueba de rizado, obturación de sustancias heterogéneas, aptitud para adhesivos, protección contra la electricidad estática, etc. |
| Comodidad | Portabilidad, fácil de abrir y cerrar, unidad de distribución, apto para impresión, modulable, posibilidad de reutilizar, etc. |
| Factor Económico | Precio unitario, productividad, Racionalización del envase, carga y descarga: transporte, normalización, almacenamiento, sistematización, empaque adecuado, etc. |
| Higiene | Protección contra entrada de objetos extraños, contra olores desagradables, seguridad, control de reglamentación, protección contra falsificación, protección contra microbios, contra descomposición, a prueba de cambios de color, etc. |
| Comercialidad | Aptos para rotulación, grado de suavidad, transparencia, lustre, efecto de coloración, grado de blancura, forma de estructura, moda, fácil de diferenciar, que sea agradable, etc. |
| Aspecto Social | Apto para el proceso residual (combustión- reciclaje), suministro estable de recursos., reducción de recursos de energía.etc. |

Como se observa en la tabla 4, son muy variadas las funciones de un envase, las que se pretenden alcanzar en esta propuesta de envase para aderezo de queso son las de protección y estabilidad, ya que al lograr estas cualidades se lograría alargar la vida de anaquel del aderezo de queso.

Las restantes funciones no son despreciables, puesto que si se eligen los materiales adecuados para protección y estabilidad, entonces estos pueden cubrir con las demás funciones que se presentan en la tabla 4.

La protección del envase abarca conceptos tan amplios como seguridad, pureza, sanidad y valor justo.

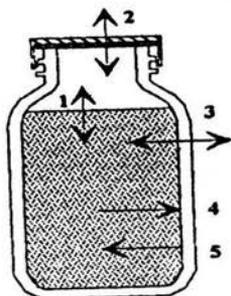
El código de Ética para el comercio internacional de alimentos del *Codex Alimentarius*, establece con relación a los envases para alimentos: “Es cada vez mayor en todo el mundo la preocupación por la inocuidad del envase de los alimentos, su contaminación por el medio, su adulteración, las prácticas comerciales deshonestas en relación con la calidad, cantidad y presentación del sistema de empaque-alimento, las pérdidas y desperdicios y, en general, por la mejora de la calidad de los envases para alimentos”³²

2.5.1 Interacción Envase-Producto

No es posible caracterizar un material para envase sin tener en cuenta sus circunstancias. Siempre hay que definirlo en función del producto a acondicionar, de las tecnologías de conservación utilizadas, de la vida comercial deseada y de las condiciones de almacenamiento, transporte y distribución ya que cada producto tiene necesidades específicas y diferentes.

En el caso del aderezo de queso, este podría ser alterado por el envase seleccionado o por una falta de protección del mismo envase. Estas interacciones envase-producto se esquematizan en la figura 4.

Figura No. 4.- Interacciones envase-producto



- 1.-Del producto con la atmósfera dentro del envase.
- 2.-De la atmósfera dentro del envase al medio ambiente
- 3.-Del medio ambiente al producto a través del envase y viceversa
- 4.-Del producto al envase
- 5.-Del envase al producto

Rodríguez, 1997

Estas interacciones pueden clasificarse en tres grupos básicamente, que son: Permeación, Absorción y Migración.

2.5.1.1 Permeación

En este tipo de interacción, el envase no aporta la barrera necesaria por lo que se dan intercambios del medio ambiente hacia el producto y viceversa, generalmente son interacciones indeseables que reducen la vida útil del producto o bajan la calidad del mismo debido a que el envase no contiene adecuadamente el producto.

La permeabilidad del material de envase proporciona una medida de la posibilidad de que ciertos gases o vapores lo atraviesen.

En términos cualitativos, la permeabilidad es la masa de gas o vapor transferido por unidad de tiempo, área y "fuerza impulsadora", la fuerza impulsadora es una diferencia de concentraciones o de presiones parciales.³⁸

El espesor, la composición química, la estructura y la orientación de las moléculas del material de envasado determinan su grado de permeabilidad. ¹¹

A continuación se describen estos factores que influyen en la permeabilidad de los polímeros:

- a. Temperatura: la permeabilidad disminuye al disminuir la temperatura. Algunos polímeros sufren, a una temperatura dada, un cambio de estructura que afecta al coeficiente de permeabilidad.
- b. Naturaleza del material que se difunde: las dimensiones, configuración, polaridad y facultad de condensación de la molécula que difunde pueden influir en la permeabilidad. Para una estructura de polímero dada, la difusión disminuye al aumentar el diámetro de la molécula.
- c. Naturaleza del polímero: las materias plásticas tales como las utilizadas en el campo del envase, contienen a menudo otros constituyentes además del polímero que les da el nombre, de forma que el grado de cristalización, la longitud de las cadenas, los pesos moleculares, el contenido de plastificantes, las cadenas laterales, los puentes intercadenas, las cargas y los pigmentos van a jugar un papel más o menos importantes en las distintas transferencias.
- d. Presión: para los gases sencillos (oxígeno, anhídrido, carbónico, nitrógeno), la transferencia a través de la membrana es directamente proporcional a la diferencia de presión existente entre las dos fases. Esto significa, que si acondicionamos un producto alimentario con nitrógeno con objeto de evitar la oxidación, el oxígeno podrá, no obstante, atravesar el material siempre y cuando la presión parcial de este gas en el exterior sea superior a la del interior del envase. Esto depende, por supuesto, de las propiedades de barrera frente al oxígeno del material elegido, del tiempo necesario para alcanzar el equilibrio y de la influencia de la presión o del propio gas sobre el polímero.;

Para lograr el adecuado acondicionamiento del aderezo de queso en un envase, es importante conocer los anteriores factores descritos, para seleccionar los polímeros cuya permeabilidad a gases sea muy baja y así lograr evitar reacciones de deterioro. Ya que si

no se dispone de una adecuada barrera las interacciones de permeación que se pueden dar serían las siguientes:

❖ Intercambios: Producto \longrightarrow Medio Ambiente:

Puede haber pérdidas de componentes del aroma, característicos del producto y pérdida de humedad, que se observaría en el aderezo de queso mediante la formación de una capa seca la cual daría una percepción de envejecimiento del producto.

❖ Intercambios: Medio Ambiente \longrightarrow Producto

En este tipo de interacciones el envase no tiene la suficiente barrera para impedir que elementos del medio ambiente como la luz, el oxígeno, agua y otros vapores orgánicos o contaminantes afecten el producto.³²

En el aderezo de queso esta interacción es la más importante para controlar, puesto que el producto al estar expuesto a la luz y oxígeno, principalmente, provocaría la oxidación del producto.

La transferencia de vapor de agua, es de importancia cuando el producto se almacene en refrigeración. La permeabilidad del vapor de agua se define como gramos de agua por día y por 100 cm² de superficie de envase.³⁸

También por la característica de su composición (grasa), podría contaminarse por presentar una tendencia a la absorción de aromas extraños, esta alteración es una de las más comunes cuando se almacenan o transportan diferentes productos en un mismo lugar, esto puede suceder con más frecuencia en los espacios de refrigeración.

2.5.1.2 Absorción

Son las interacciones donde el producto altera o ataca el envase, afectando la composición físico química del envase presentándose un problema que puede resultar muy serio cuando el producto se encuentra en el mercado. En algunos casos, los productos contienen elementos o compuestos que llegan a interactuar con el envase, por lo que el envase pierde así sus propiedades de barrera, apariencia e incluso de contención; ya sea que algunos compuestos de aroma se transfieran al envase o que tengan alguna reacción como por ejemplo, la reacción del alcohol con algunos polímeros, productos grasos que atacan al envase, humedad del producto que se transfiere al envase debilitándolo, transferencia de color del producto.³¹

En el aderezo de queso por ser un producto con contenido graso, este podría alterar las propiedades del envase, por lo que es importante que el material que este en contacto con el producto sea resistente a las grasas.

En cuanto a la absorción del color y olor del producto por el envase esta se puede dar sino se cuenta con el (los) materiales adecuados para el envase.

2.5.1.3 Migración

Es aquella interacción donde el envase transfiere algún compuesto al producto debido a que el material de envase se encuentra en contacto con el producto. El material puede ser tóxico, sin embargo también se presentan casos donde la migración de algunos compuestos alteran las características organolépticas o sensoriales del producto sin ser necesariamente tóxicos.³¹

Las diferentes sustancias que pueden migrar hacia el producto están en relación con el tipo de material y el proceso que se empleó para la elaboración del envase.

- a) Migración del papel.- En este material los compuestos que pueden migrar son: adhesivos, tintas, barnices, sobre todo considerando si el material utilizado es material reciclado.
- b) Migraciones de envases metálicos.-Por el proceso de elaboración de los envases metálicos, los materiales de envase que pueden migrar son: recubrimientos, aceite de rolado, productos derivados del aceite, solventes cetónicos y agentes sellantes. Por ejemplo, es común descubrir notas de sabor metálico en las bebidas carbonatadas y cervezas envasadas en botes de aluminio.
- c) Migración de envases de vidrio.- Aunque son raras las migraciones a partir del vidrio, vale la pena notar que los colorantes utilizados para la pigmentación de los envases de vidrio son en su generalidad óxidos de metales. Lo que resulta más común es la migración de NaOH al producto en periodos largos de tiempo (un año o más).
- d) Migración de estructuras plásticas.-Quizás en los plásticos es donde se presentan un mayor número de posibles interacciones de migración, ya que en los procesos de polimerización y en los procesos de formación de los envases o películas son utilizados diferentes compuestos con el fin de facilitar los procesos o para impartir características especiales a los envases, de entre los diferentes compuestos que pueden migrar al producto se encuentran: monómeros residuales, antioxidantes, lubricantes, adhesivos, tintas y barnices, catalizadores, contaminantes, agentes antiestáticos, modificadores de la viscosidad, agentes antibloqueo, agentes antimicrobianos, emulsificantes, retardantes a la flama, agentes espumantes, plastificantes, solventes residuales, catalizadores espumantes del poliuretano, supresores del humo, estabilizadores al calor y a los rayos ultravioleta.

Estas migraciones suelen impartir olor y sabor al producto y en otros casos ponen en riesgo la salud de él consumidor ya que algunos de estos elementos son

considerados cancerígenos cuando exceden cierto nivel en la estructura de los plásticos.³²

Es importante, cuando se va a elegir un material para envase saber si éste puede transmitir algún compuesto tóxico al producto, para este fin existen organizaciones como la Food & Drug Administration (FDA), y organismos oficiales, como en el caso de México, donde la Secretaría de Salud regula y normaliza el uso de materiales. Aún así es conveniente saber que en cada tipo de material se presentan diferentes elementos que migran o que pueden migrar al producto.

Cuando el material del envase permite cualquiera de las interacciones antes mencionadas generalmente estamos hablando de posibles factores indeseables que reducen la vida útil del producto o bajan la calidad del mismo, por tal motivo, el material elegido para el envase no deberá evitar todas las transferencias, sino solamente asegurar, en función de sus características, la conservación de las propiedades del aderezo de queso, desde su fabricación hasta su consumo, sin alteraciones perjudiciales para el consumidor.⁵

Las exigencias en el envasado deben ser más estrictas cuanto mayor va a ser su periodo de conservación, puesto que mantener bajos costos de envase implica grandes riesgos y más pérdidas.³⁹

2.6 PRESENTACIONES COMERCIALES DEL ADEREZO DE QUESO.

Actualmente las presentaciones que se manejan comercialmente para el envasado de aderezo de queso son las siguientes:

- **ENVASES BAG IN BOX**

Este tipo de envase que se muestra en la figura 5, consta de una bolsa de 5Kg., estéril, de polietileno de alta densidad, con boquilla de alimentación y descarga (envase primario) contenida en una caja de material corrugado (envase secundario).

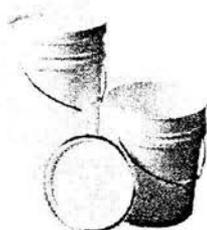
Figura 5.- Envase Bag in Box



Fuente : Seminario Envase y Embalaje,2001 F.E.S.C

- ENVASADO EN CUBETAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 19L , con bolsa interna de polietileno resistente a altas temperaturas; el cerrado de la bolsa se realiza manualmente mediante cinchos y sellado de la cubeta se realiza también manualmente con una tapa reusable, para su posterior enfriamiento a temperatura ambiente. En la figura 6 se muestra este tipo de envase.

Figura 6.-Cubetas de polietileno de alta densidad



Fuente : Seminario Envase y Embalaje,2001 F.E.S.C

- ENVASADO EN TARRO “VITROLERO” de 4Kg., este tarro está elaborado de polietileno, se le coloca un termosello y posteriormente una tapa de rosca. Este envasado no es automatizado, tanto la colocación del sello como el tapado se hace manualmente. En la figura 7 se muestra este tipo de envase.

Figura 7.- Tarro Vitrolero



Fuente : Seminario Envase y Embalaje,2001 F.E.S.C

- ENVASADO EN BOLSAS DE POLIETILENO DE 1 KG., esta bolsa tipo almohadilla de polietileno (que se esquematiza en la figura 8)se forma, llena y sella mediante una máquina vertical, posteriormente se codifican y se empaca en cajas de cartón corrugado con 12 bolsitas cada caja.

Figura 8.- Bolsas tipo almohadilla de polietileno

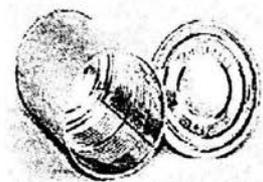


Fuente : Seminario Envase y Embalaje,2001 F.E.S.C

- ENVASADO EN RECIPIENTE SEMIRÍGIDO SQUISSABLE DE 500 ml. Este tipo de envase esta hecho de PET, el llenado se hace manualmente y se coloca una tapa cuyo torque activa el sello de garantía. Esta tapa cuenta con una salida dosificadora.
- ENVASADO EN LATA DE 5Kg. Las latas empleadas en la Industria alimentaria son en su mayoría de hojalata, que generalmente pueden ser de alguna de las siguientes aleaciones: •Fierro con recubrimiento de estaño•Aceros

sin alear •Aceros aleados de resistencia media •Aceros aleados de elevada resistencia •Aluminio •Aleaciones de Aluminio con estaño. El recubrimiento interno puede ser de Vinil-Epoxi Modificados (utilizado como protección de color y acidez del alimento)³⁷

Figura 9.-Lata de hojalata



Fuente : Seminario Envase y Embalaje,2001 F.E.S.C

2.7 TENDENCIAS COMERCIALES DE LOS ENVASES EN GENERAL

Las tendencias en el mundo del envase siguen siendo la búsqueda del uso de menos material, menos costo y más protección del producto; por lo cual el envase de plástico es el que presenta cada vez más una forma más eficiente y popular de presentación, ya que sus diversas formas ofrecen barreras contra el oxígeno, luz, a los aromas, vapor de agua y a otros gases, y proporcionan sellados de alta resistencia, dependiendo de las diferentes necesidades de productos así como una mejor funcionalidad para el consumidor y para el proveedor; estas particularidades se han logrado gracias al desarrollo de novedosos materiales, los avances en la ingeniería de diseño de empaques, su impacto en las estructuras de costo y en las crecientes necesidades de protección de todo tipo de bienes y la sustitución de sustratos tradicionales, el plástico hoy por hoy ocupa un importante espacio en el empaque de los más diversos productos, a través de todo tipo de soluciones: bolsas, empaques flexibles, laminados, botellas. 19

Los avances tecnológicos para las combinaciones de materiales (laminaciones y coextrusiones) utilizadas para empaque, ofrecen excelentes barreras contra la descomposición y envejecimiento de alimentos.

Algunos materiales cuyas capacidades de resistencia son excelentes, desafortunadamente no permiten su aplicación a todos los productos, tienden a reducir el tiempo de vida en el anaquel o generan cierto deterioro durante la transportación, de ahí que los envases flexibles hoy en día se hayan convertido en una de las opciones más pertinentes para obtener óptimos resultados en la transportación y almacenaje.

El reemplazo de comidas hogareñas ha creado nuevos desafíos para la industria del envase. Los consumidores demandan alimentos de sabor fresco en un envase flexible a todo color, fácil de abrir, que se pueda calentar en el horno de microondas y que se pueda volver a cerrar fácilmente para su posterior utilización.²⁴

El desarrollo de polímeros de alta tecnología, como los laminados con barrera no permeable producidas con técnicas de coextrusión multicapa, han facilitado la comercialización de alimentos completamente estables que solo requieren calentamiento por inmersión en agua o bien mediante horno de microondas.²⁵

2.7.1 Envases Flexibles

Los envases flexibles, son estructuras sencillas que se pueden elaborar a partir de películas plásticas resistentes a altas temperaturas, de combinación de diferentes películas plásticas, papeles y hojas de aluminio.

Las estructuras de estos envases pueden elaborarse a partir de varios procesos como:

1. Películas plásticas sencillas.- Estructuras que se conforman de un solo polímero en forma de películas.
2. Películas plásticas coextruidas.- Se caracterizan por ser láminas producidas simultáneamente que se forman de varias películas plásticas unidas en el proceso

de extrusión, brindando cada una de ellas sus características como resistencia mecánica, barrera a humedad, luz, oxígeno, aroma y otros.

Las películas coextruidas poseen, frente a otro tipo de películas tres ventajas:

- ☞ Son impermeables y de características semejantes a las multilaminares, pero son más baratas.
- ☞ Son más delgadas que los laminados y más parecidas a las películas simples por lo que se manejan con más facilidad en las instalaciones de llenado que fabrican su propio envase.
- ☞ No se despegan.

3. Películas Laminadas.- Estas películas están conformadas por láminas de diferentes materiales unidas mediante un adhesivo, en forma de sandwich. Las películas laminadas ofrecen una mejor calidad de grabado ya que la superficie impresa es incorporada entre las numerosas láminas que las constituyen y esto evita el desgaste durante la manipulación. La desventaja de este tipo de películas es que el proceso de elaboración es caro lo que hace que este tipo de materiales no sea muy empleado.

Las películas laminadas tienen una excelente calidad de grabado al ser impresas generalmente por el reverso sobre el polipropileno y en bebidas en la película. Suelen emplearse con productos de baja o media actividad respiratoria, ya que las capas interfieren en la movilidad del oxígeno hacia el interior del envase.

4. Recubrimientos.-Generalmente son películas plásticas recubiertas de algún compuesto que brinda barrera a gases.
5. Metalizados.- Son películas plásticas con un recubrimiento de aluminio colocado por sublimación, y que brinda a la película barrera a gases y apariencia metálica.^{32,16}

La tendencia mundial en películas, en el sector del envase, presenta claras inclinaciones al empleo de extrusiones, pues con esta tecnología se pretende reducir costos mediante

la reducción de calibres y el empleo de plásticos de menor precio dentro de la estructura.¹⁸

Según información de la Flexible Packaging Association (FPA) de los Estados Unidos, los sectores de alimentos frescos, carnes (res, pollo y pescado), alimento para mascotas, medicinas y botanas son los que demandarán mayor número de envases flexibles en los próximos años.

En la industria de los alimentos, los granos, algunas harinas, las pastas, ciertos tipos de frutas y vegetales, así como carne, aves y pescados, han encontrado en los envases flexibles un medio de conservación seguro y resistente, al igual que práctico para su transportación. Ya sea como cobertura de películas plásticas, en papel natural o laminado, en envases con diseños más elaborados o simplemente en forma de bolsas y costalillos, los envases han desarrollado tecnologías que permiten controlar niveles de humedad, presión y atmósferas internas, con lo que es posible prolongar la duración de los productos.

Con frecuencia, capas delgadas de resinas con buenas propiedades de barrera son coextruidas con gruesas capas de polietileno, poliestireno o polipropileno para producir, películas con buenas propiedades de barrera y con otras propiedades específicas.²⁹

Actualmente, el objetivo del envase flexible es poder ofrecer una alternativa más económica que la que presentaba el envase tradicional, además de proporcionar una protección adecuada y eficaz para cada producto según las necesidades del caso.

Hoy en día, la industria del envase cuenta con una gran variedad de envases flexibles para casi todo tipo de productos y su aceptación en el mercado se debe principalmente a lo útiles que han resultado tanto para el consumidor como para los productores.

La FPA estima que las ventas de envases flexibles en Estados Unidos se incrementaran en 3.5% en este 2003, lo cual se traduce en un valor de 19,700 millones de dólares. Además de que dicho sector cuenta con 89,000 empleados. ¹⁵

2.7.1.1 Ventajas y desventajas de los envases flexibles

- ✓ El envase flexible puede diseñarse para ofrecer el grado exacto de propiedades de barrera o permeabilidad que el producto requiera y con lo que evita la contaminación externa
- ✓ Mostrar información sobre el producto e instrucciones para el manejo adecuado de este, código de barras para el control de precios e inventarios.
- ✓ La información además, puede mostrarse en una gama de colores atractiva, sin que ello implique la creación de diseños de etiquetas especiales o de elaboración compleja.
- ✓ La transparencia y alta calidad que llegan a tener ciertas películas permiten incluir en el propio envase una especie de ventana por la que el consumidor puede juzgar la apetecible del producto antes de adquirirlo o que revise en casa la cantidad del producto que resta dentro del envase cuando ya se haya consumido parte del mismo.
- ✓ Los envases flexibles, pueden crecer o disminuir su espacio conforme se consume el producto, ya que la reducción del volumen ocupado puede ahorrarse mediante dobleces.
- ✓ La única desventaja de las bolsas verticales es la velocidad de la línea. Ya que al hacer una comparación con las actuales líneas de latas se observa que estas tienen una buena ventaja puesto que pueden operar una cantidad de 900 latas por minuto y las máquinas embolsadoras son considerablemente mucho más lentas. Sin embargo, debido a las ventajas de distribución y almacenamiento que poseen, las bolsas todavía cuestan menos que lo que cuestan las latas, en comparación al nivel de precio a que se venden en las tiendas.

Indudablemente los avances tecnológicos que proporciona este tipo de envase parece no tener fin, ya que el nacimiento de nuevos productos, la necesidad de hacerlos llegar a todos los mercados posibles y la demanda de los consumidores por tener alimentos de sabor fresco en un envase flexible a todo color, fácil de abrir y funcional va a seguir creciendo.

Se han hecho grandes adelantos en el área de las bolsas resistentes, retornables y asépticas, materiales de envasado flexibles de alta protección y técnicas de impresión.^{39,24}

Entre las estructuras flexibles, la bolsa vertical es la que está acaparando mayor atención. Éste tipo de bolsa está encontrando cada vez más categorías de productos incluyendo los productos esterilizados estables a temperatura ambiente como son: alimentos para gatos, estofados, salsas, aderezos y atún.

El aporte ecológico de este envase, también lo favorece, puesto que: el empaque flexible ofrece un rendimiento excepcional comparado con otros materiales de empaque, permitiendo hasta un 80% de reducción de material. Por ejemplo, una bolsa para envasar un litro de leche contiene 7g de LDPE, poniéndola en el primer lugar en términos ecológicos, gracias a su compactibilidad permite reducir el volumen de basura en más de 90% comparado con los envases rígidos. Al usar las películas adecuadas se pueden lograr rendimientos de operación excepcionales, con costos de energía y de operación al mínimo y cantidades mínimas de desechos durante la producción.¹⁵

En el mundo, fabricantes de productos alimenticios, bebidas, cosméticos, producto farmacéuticos, etc. han comenzado a explorar en el mercado de empaques flexibles las bolsas tipo "stand up", reemplazando muchos formatos usuales de empaque tales como vidrio, latas, cartón, papel, metal, contenedores rígidos de plástico, etc.²⁵

2.7.2 Envases Stand up-pouches

La tendencia de la bolsa vertical se inclina hoy en día a emplear los envases denominados "**stand up-pouches**", los cuales se utilizan tanto para productos sólidos como líquidos. La mayoría de los industriales parecen aceptar actualmente este envase flexible con una base unitaria como una corriente que está teniendo mucha aceptación.

En la figura 10 se muestra envases tipo stand-up pouches, los cuales tienen la característica de permanecer parados, esta forma de envase, es amigable con el consumidor y posee características que lo distinguen de sobremanera con otros envases flexibles, como:

- ☞ Fondos especialmente diseñados para que el envase se "pare" y tenga mayor presencia en el anaquel.
- ☞ Opciones de barrera específicas, que van desde aplicaciones de baja barrera hasta envases de alta barrera, para prolongar la vida de anaquel y preservar el aroma, sabor y color del producto.
- ☞ Numerosas alternativas para re-cerrarlo como zippers y tapas, de manera que el producto pueda permanecer en el empaque una vez abierto.
- ☞ Gráficos y formas atractivas que diferencian al producto de la competencia.
- ☞ Válvulas desgasificadoras para aplicaciones específicas como envase para café, perforaciones para exhibidor, precorte, y muchas otras opciones que agregan valor al envase.²⁶
- ☞ Son cómodos de usar y de desechar, ya que requieren un mínimo espacio.
- ☞ Se pueden someter a los varios procesos de preparación y conservación en el hogar.
- ☞ No requieren soportes adicionales y evita que se derrame el producto una vez que éste se empiece a usar.

Figura 10.-Envases tipo stand-up pouches



Empaque Performance, 1999

Entre los productos que actualmente destacan por el uso de los "pouches" erguidos flexibles están las botanas para mascotas y frutas secas, botanas saladas, nueces, dulces,

cereales, jugos concentrados para hoteles, restaurantes o aplicaciones institucionales, mezclas de bebidas de cocoa, harinas para hot cakes, leche en polvo, café tostado y molido, bebidas de frutas, sopas, salsas etc.²⁵

Para este tipo de envase se usa regularmente laminaciones, los sustratos utilizados para estas, depende del producto, por ejemplo:

- ✓ para leche saborizada se usan laminaciones de PET, CPP, aluminio y nylon; obteniéndose una vida de anaquel de 1 año y medio.
- ✓ Para jugos de fruta se utiliza un laminado PET/aluminio/LDPE, con una vida de anaquel de 1 año.
- ✓ Yogurs líquidos o pastosos, se utiliza una laminación de PET/LDPE, para obtener una vida de anaquel de 3 semanas.³⁶
- ✓ Mayonesa, Utiliza PET bañado con PVDC y LDPE ²⁴

Por las ventajas antes mencionadas el envase tipo stand-up es una forma de envase que se propone en el caso particular del aderezo de queso, ya que es un envase innovador en el mercado de este producto y presenta grandes ventajas en comparación con los envases actuales (descritos en las paginas 33-36).

Comparándolo con la presentación tipo almohada (flow pack) para aderezo de queso, que es la presentación que se maneja para su consumo en tiendas de autoservicio, el envase stand-up representa un ahorro significativo de entre el 17 y el 25% de espacio en anaqueles.²⁵

2.7.3 Envases para microondas

Un área específica en los envases para alimentos que se ha presentado con grandes avances ha sido la que abarca la comida rápida, preelaborada y lista para ser calentada en el horno de microondas; teniendo la capacidad de alterar el patrón o forma de calentar el producto, ya que la conductividad térmica del envase puede afectar (acelerar, facilitar, obstruir) el calentamiento entre el alimento y la temperatura del horno.

Las cualidades de este tipo de envases deben atender diferentes necesidades que van desde la cantidad de alimentos que se desean contener en el envase, hasta las capacidades que pueda desarrollar un alimento preparado cuando tiene que pasar en pocos minutos de un estado de congelamiento al de cocimiento. Otros, en cambio, sólo requieren de una simple elevación de la temperatura. .39,31.

Los desarrollos en el envasado de alimentos para microondas se han intensificado en lo que se conoce como envasado activo y pasivo.

- a. El envasado activo, modifica las ondas mediante el uso de reflectores el cual permite que la energía incidente se convierta en calor o incremente su intensidad en una región del alimento.

Si el envase es activo, quiere decir que afectará el calentamiento, proponiendo un calor superficial o dirigiendo la energía hacia un punto preciso. En los contenedores activos los factores que afectan el perfil térmico son las propiedades dieléctricas, la naturaleza y la temperatura de partida del alimento, la proporción de absorción de calor, la cantidad y peso del alimento, la capacidad calorífica y la conductividad térmica.

- b. Los envases pasivos o transparentes este tipo de envase permite el paso de las ondas libremente sin afectación, es decir, son materiales que no modifican la energía de las microondas y no contribuyen al calentamiento o cocción de los alimentos, se utilizan sólo como contenedores.

Las consideraciones críticas para estos envases son los materiales de construcción, las temperaturas máximas alcanzadas en relación con los efectos en el contenedor, la distribución de productos y los sistemas de revestimiento y manipulación.

Las distintas formas que poseen los envases para las microondas, deben ser lo más regulares posibles, con formas redondeadas, evitando los contenedores pequeños, por la alta presión interna que alcanza este campo.

Los envases plásticos poseen una serie de ventajas sobre otro tipo de materiales utilizados para su uso en microrondas. Los plásticos se acoplan a las diversas aplicaciones de microondas ya que:

- ✓ Pueden utilizarse en alimentos preparados, refrigerados o congelados.
- ✓ Son transparentes a las microondas.
- ✓ Fáciles de conseguir, en diversas formas y tamaños.
- ✓ Ligeros y resistentes. ³⁶

CAPÍTULO III

Análisis y Selección de Polimeros

3.1 PROPIEDADES DE LOS POLIMEROS MAS UTILIZADOS

3.1.1 Polietileno

Existen distintas variedades de polietileno dependiendo de su aplicación final. Pero sus dos formas más conocidas en el mundo son: Polietileno de Alta densidad (HDPE) y el polietileno de Baja densidad (LDPE), del cual se producen dos tipos: polietileno de baja densidad convencional y el polietileno lineal de baja densidad.¹⁷

La diferencia de densidades y el nombre que le corresponde según esta variación, se muestran en la tabla No. 5

Tabla No.5.- Tipos de polímeros según su densidad

| POLIETILENO | DENSIDAD (g/cm³) |
|------------------------------|--|
| Baja densidad lineal (LLDPE) | 0.908-0.909 |
| Baja densidad (LDPE) | 0.910-0.925 |
| Densidad Media (MDPE) | 0.926-0.940 |
| Alta Densidad (HDPE) | 0.941-0.965 |

Rodríguez,2000

Todos los polietilenos poseen propiedades eléctricas excelentes, una resistencia inmejorable a los disolventes orgánicos y a compuestos químicos. Son materiales traslúcidos, de peso ligero, resistencia y flexibles.³⁵

3.1.1.1 Polietileno de baja densidad (LDPE= low density polyethylene)

Propiedades:

- Las cadenas moleculares de este polímero son ramificaciones que son cadenas de carbono-hidrógeno que provienen de un cuerpo principal y, de cada una surgen más ramas. Esta estructura causa la baja densidad de este plástico. La densidad tiene relación con la cristalinidad del material, las moléculas se doblan sobre sí

mismas en un plano, formando estructuras planas llamadas “cristalitas”, entre estas existen ciertas zonas con menor acomodo molecular, que forman zonas “amorfas”. Entre mayor ramificación presente un plástico, es decir, a menor linealidad de la molécula, habrá menor acomodo de la estructura y mayor área amorfa.

- Es considerado semicristalino, tiene una estructura en su mayor parte amorfa; por tal motivo, su apariencia es traslúcida.
- Es un material que presenta buena elongación ante la aplicación de fuerzas de tensión. La resistencia al impacto, es muy buena.

Las propiedades mecánicas en la fase sólida del LDPE son afectadas en su mayor parte por el peso molecular y un poco por la distribución de pesos moleculares, esta relación se puede observar en la tabla 6.

- Las propiedades térmicas; incluyen un intervalo de fusión con una temperatura de fusión máxima de 106- 112°C (223-234°F). Lo que permite operaciones de termosellado rápidas.

Las temperatura de transición vítrea ($T_g = -20$ y -125°C aprox.), está muy por debajo de la temperatura ambiente, explicando así la naturaleza flexible y blanda del polímero.

- Buenas propiedades dieléctricas y aislantes
- Las propiedades ópticas son afectadas por el peso molecular y la densidad. Las moléculas de alto peso molecular producen una superficie rugosa de poco brillo.
- Es un material atóxico y puede estar en contacto directo con alimentos sin presentar riesgo para los consumidores.
- Su resistencia a las grasas y aceites es buena, pues presenta ciento hinchamiento. Es sensible a los aceites y olores ¹¹
- Es muy impermeable al vapor de agua y humedad, alcanzando el valor de 0.5% en un periodo de 96horas, pero bastante permeable a los gases, presenta un reducido efecto barrera frente a los olores.
- El polietileno puede ser laminado, revestido por extrusión o en algunos casos coextruido. El grado para extrusión de película tiene mayor presencia en el mercado debido a su mayor consumo. 4, 10, 35

Aplicaciones:

El mayor uso del LDPE es en el sector del Envase y Embalaje, ya que es el material más económico que se encuentra en el mercado, destacando su utilización en la fabricación de bolsas de plástico, frascos para bebidas infantiles, tapas con sellos de inviolabilidad y en película como elemento de sello en estructuras flexibles, así como también en películas termoencogibles usadas en charolas.

En los sustratos recubiertos por extrusión, este material aporta las cualidades de barrera a la humedad, flexibilidad y termosellabilidad, por ejemplo, se usan en cartones para leche y muchas aplicaciones en el empaqueo de alimentos, los recipientes de LDPE moldeados por soplado se emplean para envasar leche ³²

Ventajas y desventajas:

- a) Buen balance de propiedades mecánicas y ópticas
- b) Fácil procesabilidad y bajo costo
- c) Puede fabricarse mediante muchos métodos diferentes para un amplia gama de aplicaciones, lo cual lo convierte en uno de los plásticos de mayor producción en el mundo.
- d) Puede no ser adecuado en aplicaciones que requieran una rigidez extrema, buenas propiedades aislantes, notable resistencia a la tensión o una alta resistencia a la temperatura.
- e) En comparación, con otros polímeros pueden estar restringidos a aplicaciones especiales por su costo, limitaciones de procesamiento o deficiencias en propiedades específicas
- f) Inerte a los ataques de productos químicos
- g) Higiénico y seguro
- h) Transparente, opaco o colores atractivos
- i) Resistente a Bajas temperaturas.

3.1.1.2 Polietileno Lineal de Baja Densidad (LLDPE)

Es un copolímero que tiene moléculas con pocas ramificaciones y éstas son muy cortas, prácticamente no tiene ramificaciones, es un material termoplástico duro y resistente. Se obtiene por un proceso en baja presión de solución. El LLDPE tiene una orientación lineal muy marcada y su peso molecular es más homogéneo que el del LDPE.

Propiedades:

- La menor ramificación del Polietileno Lineal de Baja Densidad permite el mayor acomodo de las estructuras cristalinas.
- Muestra una alta permeabilidad a los gases, pero presenta una alta barrera contra el vapor de agua y humedad, la cual es de 0.01% en un periodo de 24 horas,
- Resistencia al impacto excelente
- El grado de ramificación prácticamente nulo, permite la presencia de cristales mayores, requiriendo una temperatura de entre 122 y 124°C para lograr su fusión de sus estructuras cristalinas.
- Buenas propiedades dieléctricas y aislantes
- Duro, químicamente inerte y resistente a disolventes, ácidos y álcalis
- La densidad de la resina tiene un efecto significativo sobre la flexibilidad, la permeabilidad, la resistencia a la tracción y las resistencias química y térmica del LLDPE
- Las grasas y aceites inducen un hinchamiento limitado.^{4, 10, 35}

Aplicaciones:

Las resinas del LLDPE se usan actualmente como elemento de sello en estructuras flexibles donde se envasará producto con contenido de grasas y recubrimientos. El LLDPE tiene una gran participación aportando las cualidades de resistencia al impacto a bajas temperaturas, a la tensión, como barrera a la humedad.³²

Ventajas y desventajas:

- En comparación con el LDPE; el LLDPE, presenta una mayor resistencia al impacto, mejor resistencia química y permite la reducción de calibres en la extrusión de películas, los termosellos son mas resistentes
- Es un polímero de bajo costo
- La estrecha distribución de peso moleculares del polímero lo hace más difícil de procesar por extrusión. Necesita más energía para extrusión que el LDPE.
- Menor brillo, menor transparencia
- Extremadamente versátil y adaptable a muchas técnicas de fabricación

En la actualidad los fabricantes de equipo están mejorando constantemente sus sistemas en forma tal que minimicen esta desventaja, existen muchos sistemas comerciales de extrusión que permiten a un convertidor procesar resinas de LLDPE a velocidades que sean bien aceptadas por la industria.

Por ejemplo las resinas denominadas *Elite®*, es una familia de polietilenos lineales de baja densidad; estas ofrecen gran firmeza y fuerza ante los impactos, así como propiedades de sellabilidad tan buenas como para remplazar acetatos de vinilo de etileno de alto porcentaje, polietilenos de muy baja densidad, y mezclas de EVA con LLDPE Y LDPE.

3.1.2 Polipropileno (PP)

El polipropileno se produce a partir de petróleo o gas natural por un proceso de polimerización, donde cortas cadenas de productos químicos (llamados monómeros) se unen en presencia de un catalizador que posibilita la formación de cadenas largas llamadas polímeros. Estos polímeros son termoplásticos sólidos que pueden ser procesados de dos maneras principales por extrusión, por moldeo o inyección.

El PP es un polímero esencialmente cristalino, su morfología y la naturaleza de su estructura cristalina determinan en gran medida las propiedades físicas de los

homopolímeros, principalmente el módulo de flexión, la dureza superficial y la transparencia. La adición de una pequeña cantidad (menos de 0.1%) de ácido orgánico cristalino o sal metálica en la formulación, produce un aumento importante en la velocidad de cristalización, este cambio en la morfología del polímero produce un aumento importante en la velocidad de cristalización, mayor temperatura de cristalización y mejores propiedades ópticas, así como mayor rigidez y resistencia en el producto final y ciclos más cortos de moldeo.

El polipropileno es químicamente similar al polietileno y puede ser coextruido con un elemento monómero para proporcionar características de sellado por calor. 27, 35.

Propiedades:

- El polipropileno, en comparación con el polietileno, tiene densidad más baja, permitiendo que su rendimiento en producción sea mayor. Su rango de densidad es de 0.89 a 0.91g/cm³.
- Óptima relación entre rigidez y peso específico, lo que permite el diseño de piezas adecuadamente resistentes con un mínimo requerimiento de material.
- Alta transparencia y brillo que lo hace especialmente apto para aplicaciones de packaging, ya sea rígido o flexible.
- Alta resistencia química, lo cual anula la posibilidad de contaminación de las sustancias en contacto con la pieza.
- Resistencia a altas temperaturas, permitiendo el llenado en caliente para el caso de envases, esta resistencia a la temperatura por periodos cortos sin deformarse se presenta en temperaturas arriba de 140°C. Sin embargo, se vuelve frágil a temperaturas de -10°C. Aptitud de ser compuesto con otras sustancias (cargas minerales, fibra de vidrio, etc.) lo que le confiere propiedades competitivas con materiales más costosos.
- Presenta excelentes propiedades mecánicas y eléctricas, así como facilidad de procesamiento. 27, 17, 18.

Hay cientos de polipropilenos con propiedades y características que dependen de su peso molecular y estructura cristalina, aditivos, técnicas de fabricación y de la clase de polímero como: los homopolímeros los cuales resisten la deformación a temperaturas altas, tienen gran rigidez, resistencia a la tensión, dureza y buena tenacidad a temperatura ambiente, los copolímeros de bloque y los copolímeros aleatorios los cuales son más tenaces.

A continuación se describen las diferentes variedades, así como sus propiedades y aplicaciones.

El **polipropileno de tipo orientado**, proporciona mayores rangos de barrera frente al vapor de agua que el polietileno, también proporciona una mayor barrera a los gases, siete a diez veces la del polietileno, además tiene una excelente resistencia a las grasas.

EL *Policloruro de Vinilo (PVdC)* es un polipropileno orientado recubierto, que proporciona una alta barrera. 27

La sensibilidad a la temperatura del PVdC impone temperaturas de trabajo relativamente bajas, y en consecuencia no se puede permitir la coextrusión del PVdC con polímeros de punto de fusión elevados tales como Tereftalato de Polietileno, las Poliamidas o el Policarbonato. 5

El **Polipropileno Homopolímero** presenta aplicaciones para película.- Es posible fabricar película mediante diferentes procesos, pero se distinguen básicamente dos tipos:

- Película Biorientada.- El proceso de biorientación imparte propiedades, de barrera a la humedad y transparencia, superiores a cualquier otro método de obtención de películas; permite el uso de éstas con grandes ventajas en el envasado industrial de productos secos como botanas, pastas, galletas, pasteles y golosinas.
- Película Cast.-Presenta propiedades mecánicas y de barrera menores a las obtenidas por el proceso de biorientación.

El Polipropileno Copolímero Impacto, este tipo de polipropileno, además de tener una excelente resistencia al impacto y menor rigidez, soportan bajas temperaturas, que no proporciona el PP Homopolímero, las aplicaciones más comunes son: como recipientes para alimentos, cajas de uso industrial, hieleras.

Polipropileno Copolímero Random; las propiedades más sobresalientes son: incremento en transparencia, flexibilidad y resistencia al impacto.

Sus principales aplicaciones son recipientes para comida, botellas y algunas veces película cast, en películas las ventajas que tiene sobre el homopolímero es su baja temperatura de sellado, por lo que se utiliza en películas de empaque, mejorando las condiciones de operación.

Polipropileno Modificado; el uso de cargas y refuerzos en el PP incrementan las propiedades químicas, mecánicas, térmicas. Las principales cargas y refuerzos que se utilizan para modificar el PP son: Talco, Carbonato de Calcio, Fibra de Vidrio. El que más se usa es el talco, el cual duplica la rigidez a un nivel de 40%.

El carbonato de calcio, mejora la rigidez de los homopolímeros solo un 50% cuando se usa en dosis de 40%, pero con una marcada superioridad en tenacidad, comparada con el talco ¹⁸

Ventajas y desventajas: Excelente resistencia química, alta temperatura de fusión, buen balance rigidez/tenacidad, adaptable a muchos métodos de transformación, gran variedad de clases especiales, excelentes propiedades dieléctricas, bajo costo, inflamable, fragilidad a bajas temperaturas, rigidez moderada, dificultad para imprimir, pintar y pegar, reducida productividad en extrusión (comparado con resinas suaves y amorfas) ³⁵

Recientemente se hicieron presentaciones relacionadas con polipropilenos isotácticos de metaloceno catalizado. Los beneficios reportados incluyen mejoras en cuanto al uso con máquinas, una vida en el anaquel más extensa y mayores velocidades de línea debido al incremento de la firmeza del film, una menor tasa de transmisión de vapor de agua y un mayor alcance de deterioro.

3.1.3 Poliestireno (PS)

El poliestireno, como la gran mayoría de los polímeros termoplásticos, es un derivado de petróleo crudo o gas natural; es claro, incoloro, duro y rígido y brillante que se puede colorear o pigmentar en muchos tonos opacos o transparentes

Los plásticos de poliestireno están disponibles en una gran variedad de tipos y grados que se pueden clasificar en:

Poliestireno Cristal.- Llamados pololiestirenos de uso general(*GPPS*).- Son plásticos estirénicos no reforzados que pueden contener aditivos, son transparentes y rígidos.

Grados de alto y medio flujo; éstos contienen mejoradores de flujo que permiten un avance rápido y fácil del plástico hacia los moldes y secciones delgadas.

Grados de resistencia al calor; estas resinas tienen T_g desde 212°F (100°C) hasta 230°F (110°C). Se caracteriza por su mayor rigidez en la región de la transición vítrea que la de otras resinas de poliestireno de uso general.

Grados con bajo contenido de volátiles. Estos se diseñan especialmente para envolver alimentos y tienen la menor transferencia de olor y sabor.

Poliestireno de alto impacto(HIPS).-que por tener partículas de caucho ocluidas, son translúcidas y resistentes al impacto.

El poliestireno, en ambas clases, presenta una serie de características excepcionales:

- Es liviano y resistente al agua, y puede ser un excelente aislante térmico y eléctrico.
- Su óptima estabilidad dimensional, dureza y rigidez son algunas de las razones por las que este material es habitualmente elegido para envases de alimentos, ya que permite conservarlos frescos y con muy buen aspecto por más tiempo y disminuir el uso de conservantes.

- Posee alto grado de procesabilidad en transformación por moldeo, extrusión, termoformado y soplado.
- La gran variedad de grados que existen, lo hacen un material muy versátil, apto para una amplia gama de aplicaciones. Se fabrica en diferentes y atractivos colores, transparentes u opacos.

Para ciertas aplicaciones, se le añaden cauchos, con el objeto de impartir extensibilidad, tenacidad y resistencia al impacto.

Propiedades:

- En general, el Poliestireno es resistente al ataque químico de varias sustancias como: ácidos inorgánicos (con excepción de los ácidos oxidantes), ácidos orgánicos, aminas alifáticas, bases, sales inorgánicas; alimentos, condimentos, aceites vegetales, bebidas; productos farmacéuticos, etc. y no reacciona ni absorbe de manera significativa estas sustancias ni el agua.
- Se vuelve cada vez más fluido a medida que la temperatura aumenta, hasta que alrededor de 284 y 302°C (140 a 150°C) se vuelve fácilmente moldeable por comprensión, inyección, extrusión, transferencia y formación de la lámina.³⁵
- El poliestireno tiene baja tendencia a conducir el calor (en comparación al aluminio, el vidrio, el corcho).
- Es más dúctil y tenaz al incluir en él, ya sea por copolimerización o mediante mezcla, materiales elastoméricos como el polibutadieno.
- Su baja permeabilidad al agua, al vapor de agua y a muchos constituyentes de los alimentos, es lo que justifica su principal uso.

•

Aplicaciones:

El PS es muy apropiado para coextrusiones con polímeros de barrera como PVDC y el EVOH, para obtener empaques para alimentos, que tengan alta resistencia al gas y a la humedad; para platos y bandejas desechables.

El Poliestireno tipo GPPS, es utilizado en productos como botellas, jarras y tapas, bandejas para alimentos y recipientes para carnes frías, gracias a su alta transparencia, similar a la del vidrio.

También se usa en la elaboración de recipientes para productos lácteos, cestas para vegetales, bandejas para huevos.

Ventajas y desventajas:

- Su precio resulta muy económico por unidad de volumen.
- Cuenta con excelentes propiedades dieléctricas.
- El PS no se hincha en ambientes húmedos y mantiene sus dimensiones a pesar de estar expuestos a ellos.
- El PS no puede usarse arriba de 176°C a 194°F (80 a 90°C) porque se deformaría y no se usa en los envases para alimentos esterilizados a 250°F (121°C), ni en sistemas de esterilización con vapor, ni en contacto con gras caliente (como en hornos de microondas).³⁵
- El PS no es compatible al nivel molecular con la mayoría de otros polímeros por lo que para ser unido con otros polímeros, a menudo se necesita agregar un tercer componente para asegurar la adherencia adecuada entre capas adyacentes, y lograr de esa manera la integridad del producto final. Las capas de unión por lo común contienen copolímeros de etileno-acetato de vinilo.

3.1.4 Etil-Vinil Acetato (EVA)

Es un termoplástico que se obtiene de la copolimerización del etileno con acetato de vinilo. Existen diferentes grados dependiendo del contenido de acetato de vinilo que puede alcanzar el 50% como máximo. Cuando el porcentaje es bajo, se adquieren propiedades similares al Polietileno de Baja Densidad; a alto contenido, la cristalinidad es menor, obteniéndose características similares al hule o Policloruro de Vinilo flexible, es decir, a medida que se incrementa el contenido de acetato de vinilo, aumenta la transparencia, flexibilidad, las propiedades de barrera y las propiedades superficiales. Esto permite que las películas y láminas presenten buena permeabilidad al vapor de agua y resistencia a grasas y aceites.

Los polímeros con baja proporción de este comonomero (2-10%) tienen cualidades muy semejantes al Polietileno de Baja Densidad y una apariencia traslúcida; el aumento en el contenido de este componente, reduce la cristalinidad y en el orden del 45% de Vinil-Acetato, el plástico tiene una estructura prácticamente amorfa, con buena transparencia.

La permeabilidad a gases aumenta conforme así cambia el contenido de Vinil-Acetato. Un comportamiento similar se presenta frente al vapor de agua.

La densidad del Etil Vinil-Acetato está localizada entre 0.92 a 0.96g/cm³, que permite sustituir a los Polietilenos de Baja y de Alta Densidad en ciertas aplicaciones, pero con una mejora sustancial en sus propiedades de barrera.^{4,18.}

Propiedades:

- La resistencia química del EVA es excelente con álcalis fuertes, sales, detergentes y medios no oxidantes. Su estabilidad química depende de factores como el contenido de Vinil-Acetato y en menor medida del peso molecular.
- Posee una gran resistencia mecánica y es flexible incluso a bajas temperaturas.¹¹
- La temperatura de uso para este plástico es de entre -60 y 60°C brindando una gran oportunidad en productos congelados, pero limitado al uso a temperaturas elevadas.^{18.}
- Las temperaturas de fusión y de termosello son bajas.
- Las películas fabricadas con Etil-Vinil Acetato de bajo contenido de Vinil-Acetato presentan alta flexibilidad y resistencia al rasgado.
- Las películas con alto contenido de vinil-acetato tienen una resistencia un poco mayor a los aceites y grasas.³⁵
- Son más permeables al vapor de agua, oxígeno y bióxido de carbono, en comparación con el LDPE.

Aplicaciones:

Las resinas de EVA que contienen más de 25% de VA(acetato de vinilo) se usan para aplicaciones de fusión adhesivas.

Las que contienen entre 5 y 18% de VA se usan para las películas de plástico de los empaques.

Debido a su fuerza a bajas temperaturas, y su bajo punto de fusión, las resinas EVA se usan para empacar las aves y las carnes, para hacer las bolsas en caja para el empaque de líquidos, para el empaque en plástico estirado, y las bolsas de hielo.

Además de los usos selectos que necesita la producción de adhesivos y películas, las resinas de EVA se usan en una diversidad de productos moldeados, obtenidos por extrusión y de materiales compuestos, se utiliza como sellos para tapas. 26

Ventajas y desventajas:

- Al incrementar el contenido de VA, las propiedades de las resinas de EVA abarcan desde las del LDPE a las del PVC plastificado.
- Las resinas con un contenido más alto de VA son blandas y flexibles con tenacidad excelente y buena resistencia a la ruptura.
- Se procesan sin grandes pérdidas.

3.1.5 Etil Vinil Alcohol (EVOH)

Se obtiene mediante saponificación de los copolímeros etileno/acetato de vinilo. En una primera fase, se realiza la copolimerización en solución y bajo presión del etileno y el acetato de vinilo.

Propiedades:

- Es uno de los materiales de mayor barrera al oxígeno y altamente higroscópico.
- Este material solo se utiliza coextruido con capas externas de algunas poliolefina (LDPE) que funciona como barrera a gases del EVOH. Es posible la extrusión del EVOH y de la poliamida sin aditivos, en tanto que en el caso de polietileno, teraftalato de polietileno, polipropileno o policarbonato es indispensable un adhesivo (poliolefina modificada).

- Los diversos copolímeros de etileno/alcohol vinílico existentes en el mercado se diferencian por su contenido respectivo en etileno y alcohol vinílico, los utilizados como materiales de barrera contienen un 66% y un 82% de alcohol vinílico, y sus propiedades son una combinación de las de cada uno de los monómeros constituyentes. La resistencia al agua aumenta con el contenido de etileno en tanto que las propiedades de barrera aumentan con la concentración de alcohol vinílico.⁵

Aplicaciones:

Estas resinas se utilizan para la fabricación de envases semirígidos para mayonesa y catsup, en películas para productos que requieren una alta barrera a gases, como embutidos y algunas frituras, que son envasadas en un sistema de atmósfera modificada.³²

Ventajas y desventajas:

- Entre mayor presencia de humedad se tiene, el EVOH pierde barrera significativa al oxígeno, por lo que debe ser protegido por otros materiales.
- Es necesario un adhesivo para asegurar una buena adherencia a las poliolefinas.
- Es un material caro, y por lo tanto se utiliza con menor espesor.
- Proporciona propiedades barrera adecuadas para el laminado deseado.
- Es un material transparente

3.1.6 Polietilén Tereftalato (PET)

El método más simple para la obtención del PET, es la reacción directa de esterificación del ácido tereftálico con el etilenglicol, formando bis-β-hidroxietil tereftalato, “monómero” que se somete a una policondensación para obtener un polímero de cadena larga.

Para muchas aplicaciones, el PET se procesa primeramente en estado amorfo y después se le proporciona una orientación uniaxial cuando se fabrican fibras, cintas y lámina, o biaxial para películas, botellas y tarros.

Propiedades:

- La propiedad más singular del PET, es que debido a que muestra una baja temperatura de transición vítrea ($T_g=70^\circ\text{C}$), se puede controlar el grado de cristalinidad del polímero mediante el proceso de transformación, es decir, que si se enfría razonablemente rápido desde su estado fundido, arriba de 270°C , hasta una temperatura menor a la de transición vítrea, solidifica en estado amorfo obteniéndose un producto de apariencia transparente.

Contrariamente, si el polímero se calienta por arriba de la T_g , entonces tomará lugar la cristalización y como consecuencia el producto moldeado será opaco.

Existen grados de PET que permiten su uso como plástico de ingeniería, estos generalmente se formulan con aditivos retardantes a la flama, fibras y cargas que imparten mejores propiedades de resistencia térmica y mecánica al polímero.

- Es un material que tiene una buena barrera a gases y humedad, de gran resistencia al rasgado.
- Altamente transparente y brillosos, no se fractura.

a) Polietilen Tereftalato Semicristalino (C-PET)

- Es un termoplástico blanco opaco.
- Posee resistencia mecánica media, pero rigidez y dureza elevadas, baja resistencia al impacto y gran resistencia a la abrasión.
- El rango de temperaturas de uso continuo abarca desde -20 a 100°C (en aire caliente incluso hasta 135°C). Su dilatación térmica se sitúa en valores medios y bajos.
- Buena resistencia a la fisura por tensión y al intemperie
- Elevada impermeabilidad a gases, vapor de agua y aromas
- Resistente a los ácidos diluidos, hidrocarburos alifáticos y aromáticos, aceites, grasas, ésteres y alcoholes.

b) Polietilen Tereftalato Amorfo (A-PET)

- Es un termoplástico transparente, presenta menor rigidez y dureza, pero mejor resistencia al impacto.

- Su rango de temperaturas de uso continuo se encuentra entre -40 a $+60^{\circ}\text{C}$ y en ausencia de aire hasta 100°C
- Resiste a hidrocarburos clorados, posee propiedades químicas similares a las del C-PET.
- Tiene buenas propiedades de barrera a los gases como el O_2 y CO_2 .^{[17], [19]}

Aplicaciones:

En envases tiene un gran uso en bebidas carbonatadas y agua purificada, envase para enjuagues bucales, tarros para alimentos que no sean envasados a temperaturas mayores a 60°C , ya que a esta temperatura el envase se deforma rápidamente.

Se utiliza de diferentes formas en el envasado en atmósferas modificadas como film orientado de espesor reducido.

Cuando se requiere de llenado a temperaturas mayores se tiene la alternativa del PET cristalizado (CPET), que permite llenado de hasta 85°C . A nivel de película su característica de alta barrera a gases lo hace idóneo para el envasado de productos que requieren una buena barrera al oxígeno, o que requieren de conservar una atmósfera modificada por ejemplo con nitrógeno.³²

Un desarrollo interesante es el de la película que se encuentra químicamente preparada, para asegurar la adhesión de tintas y recubrimientos que no se adhieren bien a éste material.

Ventajas y desventajas:

- Es capaz de aceptar una amplia gama de tintas de impresión, así como la gama de etiquetas comercialmente disponibles.
- Puede metalizarse para alcanzar las ventajas técnicas y comerciales de la superficie plateada.
- Como cubierta se utiliza convencionalmente film orientado de 12 a 19 micras de espesor, por deformación de la cubierta es adecuado para producir un grado de formabilidad especialmente limitado y menor en la formación de la base; para una base realmente formable los espesores necesarios son mayores y el film de tipo no orientado.²⁷

3.1.7 Policloruro De Vinilo (PVC)

El PVC (policloruro de vinilo) está compuesto de los siguientes elementos sencillos: cloro (derivado de la sal común) en un 57 % y etileno (derivado del petróleo) en un 43 %. El compuesto resultante, dicloro etano, se convierte a altas temperaturas en el gas cloruro de vinilo (CVM). A través de una reacción química conocida como polimerización, el CVM se transforma en PVC. Se produce a partir de dos materias primas naturales, estas son: petróleo o gas 43% y sal común 57% produce a partir de dos materias primas naturales: petróleo o gas 43 % y sal común 57 %.

Propiedades:

- Es un material inerte e inocuo; liviano, versátil, posee buena resistencia química, resistente al fuego; no propaga la llama, posee buenas cualidades dieléctricas y es resistente a la intemperie.
- La película de cloruro de polivinilideno sin recubrimiento es muy impermeable a los gases y moderada barrera al vapor de agua.
- Es resistente a las grasas y no se funde en contacto con las grasa calientes, lo cual lo hace muy adecuado para los alimentos que pasan directamente del congelador al horno.¹¹
- La propiedades de los plásticos de PVC flexible dependen del tipo de aditivos y su cantidad.

Aplicaciones:

Se fabrican envases para: agua mineral, aceites, jugos, mayonesa, como **láminas o films** se utilizan para golosinas, en películas flexibles para envasado de carnes, fiambres, verduras.

Ventajas y desventajas:

- Resistente a la intemperie y a la corrosión.
- Buenas propiedades de permeabilidad
- Buena resistencia al impacto

- Buena relación costo/beneficio
- Es un material inerte al contenido, los productos finales de PVC no contienen cloro ni organoclorados libres.
- Su versatilidad le permite obtener productos de variadas propiedades para un gran número de aplicaciones. Se obtienen desde productos rígidos hasta productos totalmente flexibles y se puede transformar por inyección, extrusión, soplado y todas las tecnologías conocidas.
- Tiene que ser formulado adecuadamente para evitar problemas de manchas, afloración de aditivos.
- Dificultades para procesarlo.
- Las propiedades de barrera ,a si como las propiedades físicas varían con el grosor. 11, 27.

3.1.8 Poliamidas o Nylon

El grupo de las Poliamidas también conocidos como “Nylons” es uno de los más variados, se caracterizan por contener cadenas con unidades repetidas de tipo amida. Son consideradas como Plásticos de Ingeniería y dependiendo del proceso utilizado para la obtención y del tipo de materias primas, se pueden lograr innumerables grados de estos polímeros.

Las poliamidas más utilizadas comercialmente son las poliamidas 6 y la Poliamida 6/6, siendo muy parecidas en sus propiedades.

Propiedades:

- Una característica importante es su elevada absorción de humedad, sus propiedades mecánicas son alteradas por esta.
- La resistencia térmica es particularmente buena.
- Como película el nylon presenta baja permeabilidad al oxígeno, grasas y aceites con elevada resistencia a la extensión y buena resistencia a la abrasión,
- La transparencia del nylon orientado biaxialmente es muy buena, mejor que en las otras formas.

a) Poliamidas 6

Su densidad aproximada es de 1.12 a 1.3 g/cm³, su temperatura de fusión se encuentra en un rango de 217 a 220°C, y absorción de agua (24 hr) de 1.0 a 1.9%.

Tienen una cristalinidad del 60%, se caracterizan por su excelente tenacidad, bajo coeficiente de fricción y alta resistencia a la abrasión.

Propiedades:

- Alta rigidez y dureza
- Buena resistencia al impacto
- Gran capacidad de soportar cargas dinámicas
- Resistencia a la abrasión y desgaste
- Buenas propiedades de deslizamiento
- Buena estabilidad a la deformación térmica
- Resistencia a productos químicos: solventes aromáticos, hidrocarburos en general.

b) Poliamidas 6/6*Propiedades:*

Las propiedades de las Poliamidas 6/6 son similares a las que tiene la poliamida 6, dependen en gran parte del contenido de humedad de la resina y de la pieza ya terminada. Las propiedades de este tipo de poliamida se resumen a continuación:

- Elevado punto de fusión
- Elevada resistencia a la tensión
- Tenacidad
- Resistencia química
- Resistencia a la abrasión
- Baja flamabilidad
- Largo servicio a elevadas temperaturas
- Fácil procesamiento
- Posee excelentes propiedades eléctricas
- Bajo coeficiente de fricción y autolubricante

- Se puede reforzar con fibra de vidrio y minerales, con muy buenas ventajas adicionales como: elevada temperatura de deformación, elevada resistencia mecánica y rigidez, estabilidad dimensional mejorada.

Aplicaciones:

Como laminaciones se utiliza en empaque de carne y quesos envasados al alto vacío.¹⁸

Ventajas y desventajas:

- Los nylons son algo higroscópicos y sus propiedades mecánicas se alteran por la absorción de agua.
- La transparencia del nylon orientado biaxialmente orientado es muy buena, mejor que en las otras formas.
- Es posible realizar su impresión, pero los resultados son de peor calidad que con el film PET.

3.1.9 Ionómero (SURLYN)

Son copolímeros del etileno y ácido metacrílico. Las propiedades de este material dependerán del peso molecular, el contenido de ácido metacrílico y el tipo de ion metálico que generalmente es sodio o zinc.

Las resinas de ion sodio proporcionan un mejor aspecto, resistencia al sellado en caliente. Por su parte, las resinas tipo zinc, tienen mejor adherencia en coextrusión y en laminación sobre aluminio.

Ambos tipos de iones se caracterizan por su extraordinaria sellabilidad a bajas temperaturas. Para la transformación de resinas ionoméricas, se requiere del mismo equipo y maquinaria que se utiliza para polietilenos usuales, las temperaturas de procesamiento suelen situarse en el rango de 300°C, puede moldearse por inyección, soplado y extrusión.¹⁸

Propiedades:

- Es un ionómero con densidad que varía de 0.94 a 0.97 g/cm³. Su apariencia es ligeramente traslúcida, pues muestra característicamente una transmitancia, en especial en comparación con los polietilenos y policloruro de Vinilo Flexible.
- La permeabilidad del Ionómero a diversos gases elevado y en términos generales, muy similar al polietileno. A medida que aumenta la temperatura, su permeabilidad aumenta
- Es un material ligeramente higroscópico y absorbe humedad a un nivel de 0.3-0.5 miligramos en un lapso de 96 horas
- La alta adherencia a materiales como aluminio, papel, vidrio y metales es una característica que guarda gran relación con el contenido de grupos carboxilos en su estructura.
- Su temperatura de fragilización ante esfuerzos mecánicos es entre -71 a -112°C.
- Una película de Ionómero resiste tres veces más la perforación que una película de polietileno.
- La resistencia del sello caliente, es decir, recién efectuados, se conoce como "Hot Tack". El atractivo de este material en coextrusiones o laminaciones para envasar es de baja temperatura para el inicio del sello, amplio rango de temperaturas para esta operación y el elevado "Hot Tack", superando con estas características el desempeño de los polietilenos.
- La cualidad que facilita su alta adhesividad de este material, contribuye a que durante el sellado, este plástico rodee las partículas de polvo y forme un sello con alta fuerza cohesiva o bien aparta el líquido o pasta y efectúa el sello.

Aplicaciones:

Material utilizado para sellos con presencia de grasas y aceites, natural adherencia al aluminio, rango amplio de sellado.³¹

Se usa como agente de sello en estructuras flexibles para productos con presencia de grasa, bolsas para quesos y lácteos en general.

Ventajas y desventajas:

- Posee una alta fuerza de unión y podría soldar a través de una contaminación superficial uniforme.
- Se pueden utilizar en recubrimientos por extrusión
- Tiene un costo alto, lo que limita su utilización.

En la tabla 6 se resumen las propiedades de permeabilidad en película, al O₂ y otros gases. También se puede observar que la mayoría de estos presentan de una excelente a buena resistencia a grasas y aceites.

Tabla 6.- Permeabilidad de gases y transmisión de vapor de agua en diferentes películas

| PELICULA | Transmisión de vapor de agua (g/m ² .24h) 38°/90% HR | Permeabilidad a los gases (cm ³ /m ² . 24h-atm) Película de 25µm a 25°C | | | | * RG |
|--|---|--|-----------|-----------------|-----|------|
| | | Oxígeno | Nitrógeno | CO ₂ | | |
| Poliéster orientado | 25-30 | 50-130 | 15-18 | 180-390 | E | |
| Poliéster orientado recubierto de PVdC | 1-2 | 9-15 | - | 20-30 | E | |
| Nylon-6 | 84-3100 | 40 | 14 | 150-190 | E | |
| Nylon-6,6 | 45-90 | 78 | 6 | 140 | E | |
| Nylon-11 | 5-13 | 500 | 52 | 2000 | E | |
| Poliuretano (Poliester) | 400-600 | 800-1500 | 600-1200 | 7000-25000 | E | |
| Poliestireno, orientado | 100-125 | 5000 | 800 | 18000 | B | |
| APET: Poliéster amorfo | 40-50 | 110-130 | - | - | E | |
| CPET: Poliéster cristalino | Las permeabilidades cambian en función del nivel de cristalización. Por cada 1% de variación en la cristalización hay un 1% de mejora en la intensidad de transmisión | | | | E | |
| EVOH | 16-18 | 3-5 | - | - | - | |
| PVC rígido | 30-40 | 150-350 | 60-150 | 1450-1000 | E | |
| PVC plastificado | 15-40 | 500-30000 | 300-10000 | 1500-46000 | B | |
| Copolímero PVdC, (Saran) | 1.5-5.0 | 8-25 | 2-2.6 | 50-150 | E | |
| Poliacrilonitrilo | 78 | 12 | 3 | 17 | B | |
| Poliétileno (LDPE) | 18 | 7800 | 2800 | 42000 | P | |
| Poliétileno (HDPE) | 7-10 | 2600 | 650 | 7600 | B-E | |
| Polipropileno fundido | 10-12 | 3700 | 680 | 10000 | B | |
| Polipropileno orientado | 6-7 | 2000 | 400 | 8000 | B-E | |
| Polipropileno orient. Recubierto con PVdC | 4-5 | 10-20 | 8-13 | 35-50 | E | |
| Polibutileno | 8-10 | 5000 | - | - | E | |
| Ionómeros | 25-35 | 6000 | - | 6000 | E | |
| Etileno. Acetato de Vinilo | 40-60 | 12500 | 4900 | 50000 | P | |

RG= Resistencia a grasas (*E=excelente; B=buena; P=pobre)

Parry R. T., 1993

3.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA EL ENVASE

Para la selección de los polímeros que formaran el envase para aderezo de queso se tomarán específicamente criterios técnicos como:

I. Compatibilidad del envase con el producto

Los polímeros seleccionados deberán ser lo suficientemente resistentes a las grasas y aceites para evitar la transferencia por absorción, ya que estos componentes pueden llegar a interactuar con el envase, y éste, perder sus propiedades de barrera.

Los polímeros deberán ser de grado alimenticio, para evitar la intoxicación por agentes migrantes al producto.

II. Selección de polímeros que aporten mayor protección de barrera comparativamente a los materiales actuales.

El objetivo que se persigue conseguir es el de alargar la vida de anaquel del producto, por lo que se partirá tomando como parámetro los polímeros utilizados actualmente en el envase para aderezo de queso ya que se maneja una vida de anaquel de aprox. 70 días con estos envases y almacenamiento a temperaturas de refrigeración.

Para esto se elegirán polímeros con excelentes barreras al O₂, vapor de agua, luz y protección contra olores extraños al producto.

Así también se elegirán polímeros que presenten una buena resistencia física, es decir, resistencia al desgarre, punción, golpes, con el fin de disminuir aun más las posibilidades de contaminación del producto con el medio ambiente.

III. Aceptación del envase por el consumidor.

El empaque propuesto deberá ser suficientemente atractivo y funcional, para captar la atención del consumidor, es decir, deberá ser fácil para abrir, transportar, almacenar, así

como versátil para diferentes formas de uso (como el calentamiento a baño maría o por microondas).

Por su posible forma de uso los polímeros seleccionados deberán presentar buenas características de estabilidad, contra altas y bajas temperaturas y que sean compatibles a microondas..

3.3 SELECCIÓN DEL ENVASE PARA ADEREZO DE QUESO

El aderezo de queso es una emulsión aceite en agua que requiere de un envase que sea resistente a posibles ataques de las grasas y aceite, ya que este tipo de interacción podría dar como resultado que el envase pierda sus propiedades de barrera.

También es de suma importancia que se elijan los polímeros de uso alimenticio para evitar alteraciones (migración de agentes tóxicos del envase al producto) que contaminen el producto y que sean perjudiciales para el consumidor.

Los polímeros que se investigaron y que proporcionan estas cualidades son:

- a. Polietileno Tereftalato (PET) y Polietileno Tereftalato cristalino (CPET)
- b. Nylons o poliamidas con sus variedades 6 y 6/6
- c. Polietileno de baja densidad (LDPE) y Polietileno lineal de baja densidad (LLDPE)
- d. Etil Vinil Alcohol (EVOH)
- e. Ionómeros
- f. Poliestireno orientado (cuya resistencia a grasas es buena pero no tan buena como los anteriores).
- g. Polipropileno orientado, cuya resistencia varía de buena a excelente.

Una vez elegidos aquellos polímeros que no presentan problemas graves con las interacciones de absorción y migración, se seleccionaron los polímeros cuyas propiedades proporcionan una eficiente barrera contra el oxígeno, así como al vapor de

agua y pérdidas o absorción de aromas, con el objetivo de proteger al aderezo de queso de cambios indeseados que reduzcan su calidad.

Los polímeros que reúnen con buenas propiedades de permeabilidad se resumen en la tabla siguiente, cuyos datos se tomaron de la tabla 6

Tabla 7.- Resumen de los polímeros que presentan mejores propiedades de permeabilidad y resistencia a grasas y aceites.

| Película | Trasmisión de vapor g/m², 24 h) 38°/90% HR | Permeabilidad al O₂ cm³/m²· 24h·atm | Resistencia a grasas y aceites |
|--|--|---|---|
| Polietileno de baja densidad | 18 | 7800 | Pobre |
| APET: Poliéster amorfo | 40-50 | 110-130 | Excelente |
| Poliéster orientado recubierto de PVdC | 1-2 | 9-15 | Excelente |
| Polipropileno orientado | 6-7 | 2000 | Buena-Exc. |
| Polipropileno orientado recubierto con PVdC | 4-5 | 10-20 | Excelente |
| EVOH | 16-18 | 3-5 | - |
| Nylon-6 | 84-3100 | 40 | Excelente |
| Ionómero | 25-35 | 6000 | Excelente |
| PVC plastificado | 15-40 | 500-30000 | Buena |

Datos tomados de Parry R.T., 1993 (Resumen de la tabla 6)

Se puede observar que hay polímeros cuyas propiedades de barrera al O₂ son buenas, pero frente al vapor de H₂O su permeabilidad es alta o presentan buenas propiedades frente al vapor de agua pero frente al O₂ su propiedad de permeabilidad es pobre.

Para poder seleccionar los polímeros que puedan ser utilizados para su uso en microondas es necesario señalar que los principales materiales plásticos utilizados en el envasado para microondas son:

- ☒ PET termoestable
- ☒ Polipropileno con 40% de carbonato de calcio
- ☒ Poliacrilato
- ☒ Policarbonato
- ☒ Poliéster cristalizado
- ☒ Poliestireno resistente al calor
- ☒ Poliestireno de alto impacto
- ☒ Nylon 6
- ☒ Polimetil pentano
- ☒ EVOH
- ☒ Polipropileno
- ☒ Polietileno de alta densidad
- ☒ Polietileno lineal de baja densidad.

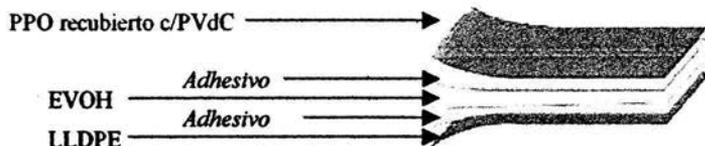
Estos materiales cumplen con características importantes para ser utilizados como envases para microondas como:

- 1) Resistencia a altas temperaturas.
- 2) Transparencia.
- 3) Impermeables a los gases.
- 4) Libres de metales
- 5) Estable químicamente.
- 6) Rápida fabricación, comodidad.

Para lograr alargar la vida de anaquel del aderezo de queso, se pretende reunir en el envase las mejores propiedades de permeabilidad al O₂ y vapor de agua, así como una buena resistencia física, (resistencia al desgarre, golpes y una buena estabilidad frente altas y bajas temperaturas) que sea higiénico y con buenas características para conformar un envase tipo stand- up pouches para su comercialidad, por lo que se propone la unión de películas de diferentes polímeros.

A continuación se presentan tres diferentes propuestas para unión de polímeros, que permitiría lograr alargar la vida de anaquel del producto, así como lograr el uso de este envase, tanto en inmersión en agua caliente o en horno de microondas para calentar el producto.

1.-



- ❖ La capa que estará en contacto directo con el alimento es el LLDPE, puesto que en primer instancia cumple con el requisito de ser un material químicamente inerte, donde el contacto con grasa y aceites no modifica sus propiedades. El LLDPE muestra una pobre barrera al oxígeno, pero sin embargo, su cualidad de barrera es ante el vapor de agua y humedad. Presenta buenas propiedades dieléctricas, lo que lo hace apto para uso en microondas, sus propiedades térmicas logran que sea un polímero resistente en un amplio rango de temperaturas. También se logra un buen sellado aún en presencia de residuos de grasa, por lo que podría garantizar un cerrado hermético del envase.
- ❖ La siguiente capa de polímero será de EVOH, el cual es el que proporcionará primordialmente la barrera contra el oxígeno, pero sin embargo, su desventaja es que es altamente higroscópico y sus propiedades mecánicas son alteradas por esta. También presenta buen rango de resistencia a las temperaturas.
- ❖ El polipropileno orientado recubierto con PVdC se encontrará en la parte externa del envase, proporcionando una buena barrera al vapor de agua, lo que permitirá que el EVOH conserve sus cualidades de barrera frente al oxígeno. El inconveniente de esta unión es que se debe utilizar un adhesivo para unir la capa de EVOH

2.-



- ❖ Las razones por las que se eligió el LLDPE, cuya película estará contacto directo con el alimento es que en primer instancia cumple con el requisito de ser un material químicamente inerte, donde el contacto con grasa y aceites no modifica sus propiedades.

Como elemento de sello en estructuras flexibles es recomendable, puesto que proporciona un cierre hermético, aún con presencia de grasas.

El LLDPE tiene una gran participación aportando las cualidades de las resistencias química y térmica

El LLDPE muestra una pobre barrera al oxígeno, pero sin embargo, su cualidad de barrera es ante el vapor de agua y humedad.

Presenta buenas propiedades dieléctricas, lo que lo hace apto para uso en microondas, sus propiedades térmicas logran que sea un polímero resistente en un amplio rango de temperaturas.

- ❖ La siguiente película que conformara el coextruido es la de EVOH, cuya presencia se justifica por su excelente barrera contra el oxígeno, así como una gran barrera contra olores y la cual se puede conservar siempre y cuando el EVOH se encuentre protegido de la humedad, por otros materiales, puesto que entre mayor presencia de humedad se tiene, el EVOH pierde barrera significativa al oxígeno.

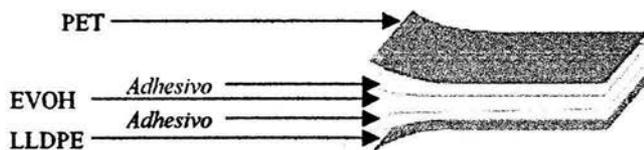
Es un material caro, y por lo tanto se utiliza con menor espesor.

En esta unión de capas será necesario el uso de un adhesivo para unir el EVOH con las demás capas.

- ❖ La ultima capa que conformará la parte externa del envase, será de LLDPE, este material proporcionará las cualidades de resistencia al impacto a bajas

temperaturas, a la tensión y se asegurará la protección contra la humedad que necesita el EVOH.

3.-



- ❖ El LLDPE conformará la capa que esté en contacto directo con el alimento, ya que sus propiedades no son alteradas por la presencia de grasas, su magnífica propiedad de sellado lo hacen adecuado para disminuir por mucho los riesgos de un deficiente sellado.
- ❖ En esta combinación de polímeros, gracias al EVOH, que estará en la parte intermedia del envase se asegura una muy buena barrera contra el oxígeno y olores que podrían contaminar al producto
- ❖ El PET, se propone que conforme la parte externa del envase porque es un material que tiene una buena barrera a gases y humedad, sirviendo como protección al EVOH frente a la humedad, presenta gran resistencia al rasgado y fisuras.

En esta coextrusión también debe hacerse uso de un adhesivo para unir la capa de EVOH.

Con estas tres posibles laminaciones se podría lograr obtener la protección adecuada para el aderezo de queso, así como lograr un envase que se ajuste a las necesidades planteadas en este trabajo.

Pero la propuesta de laminación que se plantea en el inciso 1.- PPO recubierto c/ PVdC/EVOH/LLDPE sería la opción más importante puesto que con la unión de estas tres capas se lograría la menor permeabilidad del oxígeno y vapor de agua, así como una disminución considerable de pérdida o ganancia de aromas.

CONCLUSIONES

El inconveniente de las tres opciones de envase que se plantean en este trabajo es que debe usarse un adhesivo para unir la capa de EVOH y esto sería un punto crítico ya que si no se elige el adhesivo correcto se podría dar una migración de componentes o en su defecto las capas, presentar una mala adherencia entre ellas.

El diseño también juega un papel importante en la conservación del producto, es por esto que en este trabajo se propone una unión de materiales que funcione para un envase flexible tipo stand-up pouch, ya que con este tipo de envase, el producto una vez abierto, se puede guardar en el refrigerador, sin correr el riesgo de que se derrame gracias a su estructura y a que se pueden utilizar en este tipo de envase diferentes dispositivos de cierre que permitan cerrar y abrir las veces que el consumidor desee.

Con el envase stand-up pouch, propuesto en este trabajo, se pueden lograr conjuntar las propiedades que nos permiten alargar la vida de anaquel del aderezo de queso y propiedades de funcionamiento como son las de poder calentar el producto con más de una posibilidad, a baño maría o en microondas.

Por la transparencia de las películas que conforman el envase, se puede tener una visión del producto, la cual es importante para que el consumidor pueda juzgar lo apetecible del producto antes de adquirirlo o que revise en casa la cantidad del producto que resta dentro del envase cuando ya se haya consumido parte del mismo.

Este tipo de envase representa frente a los actualmente existentes, una opción diferente que podría alargar la vida de anaquel que actualmente es de 70 días con polímeros de polietileno y PET.

Para la selección de un envase es de suma importancia el tener un buen conocimiento del producto para poder seleccionar las propiedades de protección que se requieren para alargar la vida de anaquel del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Badui D., Salvador; 1999, Química de los alimentos; 3ª. edición, Longman de México editores, S.A. de C.V. México. D.F.
- 2) Belitz H.B., Grosch W., 1997; "Química de los alimentos", Ed. Acribia, S.A., 2ª. Edición, México D.F.
- 3) Berk Z.,1980;"Introducción a la Bioquímica de los alimentos" , Ed. El Manual Moderno, S.A., México, D.F.
- 4) Blanco Vargas Rafael, 1999 "Enciclopedia del Plástico"Centro Empresarial del plástico S.A. de C.V. Tomo I, II, México D.F.
- 5) Bureau G.,1995; "Embalaje de los Alimentos de Gran Consumo", Ed.Acribia, S.A., Zaragoza, España.
- 6) Clements D.J., 2000; "Lipid Oxidation in Oil-in-Water Emulsions: Impact of Molecular Environment on Chemical Reactions in Heterogeneous Food Systems", Journal of Food Science, Vol 65 No 8, November/December.
- 7) Charley Helen,1989, "Tecnología de Alimentos", Ed. Limusa, México D.F.
- 8) Diario Oficial, 09 de Agosto de 1999.
- 9) Dominic W. ; 1995 , Química de los alimentos Mecanismos y Teoría; 1ª. Edición Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- 10)Driver Walter, 1982, "Química y Tecnología de los Plásticos", Ed. Litton Educational Publishing. INC.,
- 11)Fellows P.; 1994,Tecnología de Procesado de los alimentos, Ed. Acribia ; Zaragoza, España.
- 12)Fenema O.; 1993, Química de los alimentos, 2ª Edición, Ed, Acribia, Zaragoza, España.
- 13)Fenema O.; 1985, "Introducción a la ciencia de los alimentos" Tomo II, 2ª Edición, Ed. Reverté, S.A., Zaragoza, España.
- 14) <http://www.cbm.uam.es/microali/resumenes>
- 15) <http://www.dotpackaging.com>
- 16) http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/ensado2.asp#5.2.%20PELÍCULA%20COEXTRUIDAS.

- 17) <http://www.megaplástico.com>
- 18) Instituto Mexicano del Plástico Industrial, 1997, "Enciclopedia del Plástico", Ed. Litografía Publicitaria, 1ª edición, México D.F.
- 19) Keller L./Medina G./ Vidales D., 2002, Empaque Performance, , Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. Septiembre, Año13 No.133.
- 20) Larsson Kare, 1990; "Food Emulsions", Ed. Marcel Dekker, New York, E.U.A
- 21) Lawson H. 1999; "Aceites y grasas alimentarias, tecnología, utilización y nutrición", Ed, Acribia S. A., Zaragoza, España.
- 22) Lewis M.J., 1993; "Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado"
- 23) Lissant, K.J., 1990; "Emulsions and emulsions technology", 3ª edición, ed. Reinhol, New York, EUA.
- 24) Martin K., 1999, "Alimentos Procesados", junio, Vol.18, No. 6.
- 25) Matos R./ Reckhorn Rafael, 1999, Empaque Performance, Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. Octubre, Año9 No.98.
- 26) Noriega, Juan S., 2000, Empaque Performance, Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. Enero, Año9 No.101.
- 27) Parry R.T., 1993, "Envasado de alimentos en atmósferas modificadas", Ed. Vicentes, Madrid, España.
- 28) Pérez Mercado S.; 1993, 1ª. Edición, Ed, Panorama S.A.; México D.F.
- 29) Ramos de Valle L. F.; 2000, Extrusion de Plásticos, Ed. Limusa, México, D.F.
- 30) Ranquen M.D.,1993; "Manual de Industrias de los Alimentos", 2ª.Edición, Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España.
- 31) Rodríguez Tarango J. A.; enero 2001, "Envase y embalaje", Año 2, No. 1,Ed. Packaging, México, D.F.
- 32) Rodríguez Tarango J.A.; 1997, "Manual de Ingeniería y Diseño de Envase y embalaje" 3ª. Edición,, Ed. Packagin, México, D.F.
- 33) Romero Alfredo, 1990; "Manual de Industrias Lacteas", Equipo Técnico Alfa Laval Food, Ed. Madrid Vicente, Madrid, España.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

- 34) Rosenthal A. J.; 2001, *Textura de los Alimentos, medida y percepción*, Zaragoza España,
- 35) Rubin Irvin I., 1999, "Materiales Plásticos, propiedades y aplicaciones", Ed. Limusa, S.A. de C.V. 1ª. Reimpresión. México, D.F.
- 36) Saade H./ Valdez J., 2002, *Empaque Performance*, Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. Octubre, Año 13 No. 134.
- 37) Seminario de envase y embalaje de alimentos, 2001. FESC
- 38) Singh R.P., 1998; "Introducción a la Ingeniería de los Alimentos", Ed. Acribia S.A., Zaragoza, España.
- 39) Vidales D., Sánchez R., 2002, *Empaque Performance*, , Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. noviembre, Año 13 No. 135.
- 40) Ziller Steve, 1996; "Grasa y Aceites Alimentarios", Ed. Acribia, S.A., Zaragoza España.