



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**ENVASE Y EMBALAJE DE ALIMENTOS.  
SELECCION DE UN ENVASE PARA UN  
SABOR PROTOTIPO DE MENTA.**

**TRABAJO DE SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERA EN ALIMENTOS  
P R E S E N T A  
ANABEL MARTINEZ ALVAREZ  
ASESOR: ING. FERNANDO MAYA SERVIN**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO 2009**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
 AUTÓNOMA DE MEXICO

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



Departamento de  
 Exámenes Profesionales

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

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

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

Envase y Embalaje de Alimentos ; Selección de un Envase para  
un Sabor Prototipo de Menta.

que presenta la pasante: Anabel Martínez Alvarez.  
 con número de cuenta: 9555889-1 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 29 de Mayo de 2001.

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>IV</u>	<u>I.Q Fernando Maya Servin</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>I.A Alfredo Alvarez Cardenas</u>	<u>[Firma]</u>
<u>I</u>	<u>M.C Ma. de la Luz Zambrano Zaragoza</u>	<u>[Firma]</u>

*A MIS PADRES .....LOS AMO.*

## **Índice Temático.**

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>OBJETIVO ( GENERAL Y PARTICULARES).....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO 1 GENERALIDADES.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Generalidades de los Saborizantes.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.1 Que es un sabor?.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.2 Fisiología de los sabores.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.3 Composición de los sabores.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.3.1 Químicos Aromáticos.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.3.2 Aceites Esenciales.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.4 Clasificación de los sabores de acuerdo a su origen.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 El Mentol y características de la sustancia prototipo de menta.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.1 Descripción general del mentol.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.2 Sustancia tipo.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.2.1 Sustancia simuladora del sabor de menta.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 Migración en polímeros simulando el sabor menta.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1 Compatibilidad que existen en el envase-producto.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.2 Las poliolefinas empleando una sustancia simulando el sabor menta.         (etanol acuoso).....</b>	<b>18</b>

1.3.2.1 Polietileno Baja Densidad (LDPE) y Baja Densidad Linear (LLDPE) .....	18
1.3.2.2 Polietileno de Alta Densidad ( HDPE) y Polietileno Irradiante.....	20
1.3.2.3 Polipropileno (PP)y Polibuteno ( Polybut-1.ene).....	21
1.3.2.4 Simulando la sustancia tipo dentro de poliolefinas.....	22
1.3.3 Cloruro de Polivinilo Rígido (PVCr), empleando una sustancia simulante.....	23
1.3.3.1 Empleo de la sustancia tipo, dentro de un envase de PVC 28	
1.3.4 Resinas Altas en Nitrilo(HNR).....	29
<b>CAPITULO 2 METODOLOGÍA.</b>	
2.1 Cuadro Metodológico.....	30
2.2 Descripción del cuadro metodológico.....	31
<b>CAPITULO 3 SITUACIÓN TECNOLÓGICA DEL PROBLEMA( RESULTADOS).</b>	
3.1 Selección del envase.....	33
3.1.1 Análisis de las diferencias de barrera que existe entre los materiales poliméricos.....	33
3.1.2 Análisis de ventajas y desventajas existentes entre los materiales poliméricos.....	34
3.1.3 Material de envase seleccionado.....	36
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>41</b>

## Índice : Cuadros y Figuras.

---

FIGURA N° 1 Diagrama representativo de la sección bucal y cavidades nasales.....	7
CUADRO N° 1 Lista de clases representativos de productos químico encontrados en productos alimenticios.....	10
FIGURA N° 2 Varios compuestos que proporcionan frescura.....	13
CUADRO N° 2 Interacción entre material de envase y alimento.....	16
CUADRO N° 3 Propiedades básicas de varias películas de polietileno..	21
FIGURA N° 3 Fórmulas esqueléticas de isotactico.....	22
FIGURA N° 4 Estructura del cloruro de vinilo.....	25
FIGURA N° 5 Estructura del cloruro de polivinilo.....	25
CUADRO N° 4 Muestra los datos en % de migración de etanol como simulante en PVC rígido.....	28

## RESUMEN

Este trabajo de investigación bibliográfica se describen las características de algunos materiales poliméricos para la selección de un envase que permite conservar las propiedades principales de aroma, sabor y color durante la vida comercial de un sabor prototipo de menta, es decir que nos permita emplear dicho material para cualquier sabor hecho a base del aceite esencial de menta o mentol o de cualquier mezcla de químicos aromático que lo compongan. Aparte en este trabajo se presenta una descripción general de lo que es un sabor, su clasificación y sus características generales, además se describe el mentol en una manera general y se presenta una sustancia tipo que sustituirá al sabor. Dentro de los materiales poliméricos, el etanol acuoso es recomendado y normalizado por la FDA, y La Comunidad Europea ( ECC ) como un simulante de sustancias específicas de alimentos o aceites alimenticios. Además se presentan algunas alternativas con polímeros de alta barrera Poliolefinas, Cloruro de Polivinilo (PVCr) y Resinas Altas en Nitrilo (HNRs), describiendo de una manera general a los mismos además de las características de interacción que existen con el alimento en este caso la sustancia tipo es decir envase - producto, producto - envase. De acuerdo a estas características se selecciona el material de envase adecuado, para este tipo de producto.

## INTRODUCCIÓN

No se sabe a ciencia cierta cual fue, cómo y dónde se empleo el primer saborizante, pero se puede asegurar que el primer saborizante fue de origen natural y este pudo haber sido una especie, sal o alguna hierba.

Así, a lo largo de la historia y hasta nuestros días, los saborizantes han ocupado un papel muy importante en nuestra vida diaria, ya que desde que el hombre tuvo la idea de mejorar el sabor, cambió los hábitos alimenticios, para su regocijo al consumir alimentos.

Se sabe que entre la época de los años de 1960 - 1970 se empleaban sólo alrededor de 500 componente para la elaboración de los sabores, hoy en día se utilizan aproximadamente 6000 componentes en la industria de los sabores, y gracias a la llegada de la tecnología por computadora diariamente se emplean instrumentos muy sofisticados que mediante pequeñas muestra se revela mucha información sobre los sabores.

Cada día la elaboración de alimentos en cantidades industriales va en aumento por lo que, el fabricante de productos alimenticios se plantea la necesidad de resolver problemas de saborización debiendo recurrir a los sabores para satisfacer a un mercado cada vez más demandante de nuevos e

innovadores sistemas de saborización, así mismo los productores de sabores se ven en la necesidad de satisfacer a su mercado, presentando productos con una muy alta calidad, ya que se sabe que un buen sabor es una parte muy importante para obtener y mejorar dicha calidad dentro de un producto alimenticio. La preservación de los componentes principales en un sabor durante su vida útil es sumamente importante para la industria de los sabores de esto depende la calidad de un sabor, los fabricantes de estos se han preocupado por emplear materiales de envase que no permitan el fenómeno de migración, permeación y absorción de los componentes aromáticos, por lo cual si no se realiza una buena selección de material de envase pueden presentarse alteraciones físicas o fisicoquímica en el sabor durante su vida comercial.

## OBJETIVOS

**OBJETIVO GENERAL:** Definir criterios para seleccionar un envase para un sabor prototipo menta analizando las propiedades de una sustancia tipo que pueda ser empleada para evitar la volatilización de los componentes durante su almacenamiento.

### OBJETIVOS PARTICULARES:

**Objetivo particular N° 1:** Definir el concepto de sabor y sus características, para conocer a los sabores de una manera general.

**Objetivo particular N° 2:** Describir el mentol y la sustancia tipo la cual sustituirá y simulará la migración del sabor de menta dentro de varios materiales poliméricos de alta barrera.

**Objetivo particular N° 3:** Analizar los diferentes criterios de compatibilidad que existen entre envase y producto mediante las alternativas para la migración en polímeros, para seleccionar de un envase que no permita la migración de los componentes volátiles.

## CAPITULO 1. GENERALIDADES.

### 1.1 Generalidades de los saborizantes.

#### 1.1.1 Qué es un sabor?

Es la percepción del gusto y olfato simultáneamente, integra al cerebro con sensaciones del sabor dulce, ácido, salado y amargo.

El alimento posee un grupo de cualidades relacionadas con el sabor que se presentan como: el color, la forma, textura, seguridad y sea sana las cuales determinan la calidad del producto.

El sabor es usualmente dividido en dos grupos que son, el gusto y el olor. El gusto es aquel que se determina o que se percibe con la boca y el olor se determina por la nariz. (T.E.Acree and R. Teranishi; 1994)

La palabra aroma se emplea para denominar el termino olor del alimento antes de ser colocado en la boca. Los componentes químicos de un alimento se determinan por medio de una técnica analítica que se combina con una alta resolución del cromatografía de gases ( CG ), que separan los químicos aromáticos de un alimento por medio de un olfatómetro. Un olfatómetro combina los químicos ( en medida de concentración ) con aire purificado siendo

enviado hacia la nariz. El aroma es percibido con el sentido del olfato. (Teylos;1998)

#### **a) Sabor Natural:**

Es definido como, aceite esencial, oleoresinas, esencia o extracción, proteína hidrolizadas, destilación, cualquier producto calcinado por calentamiento o enzimolisis, que contienen componente que saborizan derivados de una fruta o jugo de fruta, vegetal o jugo de vegetal, hierba, levaduras, corteza, pistilo de flores, raíces, carne, huevo, productos lácteos o productos fermentados de estos, cuya función en el alimento es saborizar. (Birch and Lindley;1986)

#### **b) Sabor Artificial:**

El termino de "sabor artificial o saborizante artificial " es definido como la sustancia que tiene la función de impartir sabor no derivada de los substratos mencionados posteriormente. (Acree and Teranishi;1994)

#### **c) Sabores Naturales y Artificiales:**

Estos sabores pueden definirse como una simple combinación de los naturales y artificiales. Actualmente existen otra clasificación que es "Idéntico al Natural" , que quiere decir que se emplean sustancias de origen artificial cuya presencia se ha comprobado en los productos naturales. (Birch and Lindley; 1986)

### 1.1.2 Fisiología de los sabores.

El sentido del gusto es una función de los botones gustativos en la boca.

Su importancia, permite seleccionar los alimentos según las necesidades personales y los requerimientos nutritivos. (Birch and Lindley; 1986)

A partir de estudios psicológicos se piensan en general que existen por lo menos cuatro sensaciones sápidas primarias. La figura 1, muestra que la sustancia soluble interactúa con los receptores de el sentido del gusto, también los materiales volátiles que se escapan del alimento, y un poco de estos son absorbidos por las cavidades nasales exhaladas e inhaladas en el aire retornando a la rutas nasales. (Birch and Lindley; 1986)

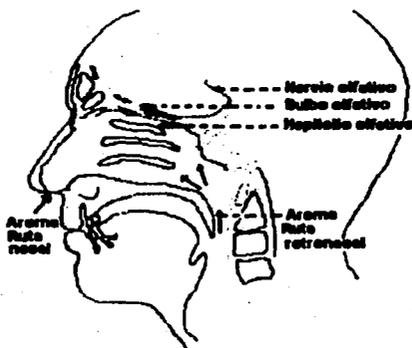


Figura 1: Diagrama representativo de la sección bucal y cavidades nasales.

(Birch and Lindley; 1986)

• Sabor ácido:

La intensidad de la sensación gustativa es aproximadamente proporcional a la concentración de iones hidrogeno. Ácido cítrico.

• Sabor salado:

El gusto salado depende de las sales ionizadas. Los cationes de las sales son los principales responsables de este gusto aunque los aniones también contribuyen. Cloruro de sodio. (Birch and Lindley; 1986)

• Sabor dulce:

No es dependiente de alguna clase de productos químicos. Algunos de ellos que puedan causar este sabor son: Azúcares, glicoles, alcoholes, aminoácidos, aldehídos, cetonas, sales inorgánicas, etc. (Birch and Lindley; 1986 and Wilson & Harrison; 1996)

• Sabor amargo:

Dos clase particulares de sustancias tienen especial tendencia a causar sensación amarga: Los alcaloides y las sustancias orgánicas de cadena muy larga. (Birch and Lindley; 1986, Wilson & Harrison ;1996)

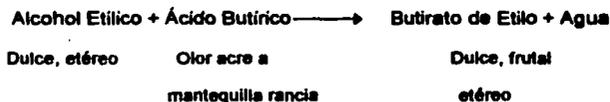
### 1.1.3 Composición de los saborizantes:

En forma natural existen una cantidad de productos con propiedades sensoriales excepcionales, muchos de estos son difíciles de conseguir, de

manejar o muy caros; por ejemplo, sería absurdo utilizar toneladas de pétalos de rosa, o de durazno o plátanos para obtener productos adecuados. La respuesta para facilitar el manejo, costo y disponibilidad es el uso de químicos aromáticos y aceites esenciales. (*Birch and Lindley; 1989*)

### 1.1.3.1 Químicos Aromáticos:

Los químicos aromáticos son materiales preparados por reacciones químicas para producir o sintetizar un nuevo material con propiedades físicas y organolépticas diferentes a los reactivos iniciales. Un ejemplo, es la producción de butirato de etilo ( uno de los químicos aromáticos más ampliamente usados en saborizantes ), es obtenidos por la reacción de alcohol etílico y ácido butírico en presencia de un catalizador.. (*Taylor ;1998, Birchi 1989*)



La mayoría de los químicos aromáticos utilizados en sabores alcoholes, aldehidos, cetonas, ésteres, lactonas, etc. Cuadro 1. (*Birchi ;1989 and Taylor; 1998*)

**Cuadro N° 1. Lista de clases representativas de productos químicos encontrados en productos alimenticios.**

<b>Hidrocarburos</b>	<b>Furanos</b>
<b>Alcoholes</b>	<b>Piranos</b>
<b>Aldehídos</b>	<b>Tioles</b>
<b>Cetonas</b>	<b>Sulfuros</b>
<b>Ácidos</b>	<b>Isotiosanatos</b>
<b>Estéres</b>	<b>Aminas</b>
<b>Acetales</b>	<b>Piridinas</b>
<b>Éteres</b>	<b>Parisinas</b>
<b>Lactonas</b>	<b>Tiazoles</b>
<b>Fenoles</b>	<b>Oxazoles</b>

*(Birchl and Lindsay: 1986)*

### **1.1.3.2 Aceites esenciales:**

Son materiales obtenidos de productos naturales por expresión, extracción con solventes o destilación seguida de una purificación. La materia

prima puede ser piel de la fruta, flores, hierbas, hojas, raíces cortezas. Evidentemente los aceites esenciales son mezclas de muchos componentes. La composición y concentración de los componentes varía con el género de la planta, madurez del fruto, estación, parte de la planta usada, tipo de suelo en que fue cultivada, clima, método de extracción, etc.

En el proceso de extracción siempre es importante tener mucho cuidado con la temperatura ya que se trabaja con compuestos volátiles. Este proceso se efectúa en aceites esenciales de frutas cítricas. *(Birchi and Lindley; 1986)*

#### **1.1.4 Clasificación de los sabores de acuerdo a su origen :**

Se pueden clasificar dentro de los siguientes grupos;

1. Frutales
2. Cítricos ( Toronja, Limón, Naranja, etc.)
3. Tropicales (Sandía, Coco, Plátano, Papaya, etc. )
4. Sabores Rojos ( Cereza, Fresa, Grosella, etc.)
5. Frutas Secas ( Almendra, Avellana, Nuez, etc.)
6. Especies o Condimentos ( Canela, Pimienta, Cebolla, etc. )
7. Refreshantes ( Menta, Anís, Yerbabuena, etc.)
8. Vinos y Licores ( Tequila, Jerez, Coñac, etc. )
9. Lácteos ( Queso, Crema, Leche, yoghurt, etc. )
10. Vegetales ( Champiñón, Elote, etc. ). *(Birchi and Lindley; 1986)*

## 1.2 El mentol y características de la sustancia prototipo de menta.

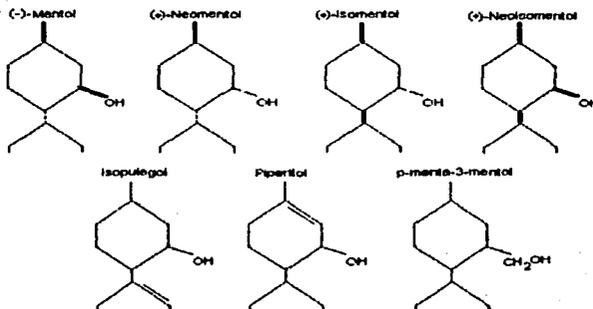
### 1.2.1 Descripción general del mentol.

La sensación de frescura es importante para productos de consumo como son cigarrillos, goma de mascar, pasta dental, enjuagues, chocolates, caramelos y medicinas. La sustancia que nos muestra una relación con la sensación de frescura es el mentol. (Acree and Teranishi;1994, Bayer and Garbe;1990)

El mentol, tiene tres átomos asimétricos de carbono en el anillo ciclohexano, presentándose los isómeros como una imagen de espejo. La figura 2 muestra la estructura de estos cuatro isómeros; los otros cuatro son las imágenes de espejo. El mentol es un isómero que se encuentra frecuentemente en la naturaleza. Este es el principal componente en los aceites de la menta obtenidos por la *Menta piperita*, y la *Menta arasis*. El mentol se presenta en forma libre dentro de estos aceites y en estados esterificados. (Acree and Teranishi;1994, Bayer and Garbe;1990)

Los otros estereoisómeros pueden ser presentados en aceites, La octava imagen que se refleja activa los mentoles es decir difiere en las propiedades organolépticas.

El (-)-isómero mentol tiene la característica del aroma de la menta y ejerce un efecto de frescura. (Acree and Teranishi;1994)



**FIGURA 2: Varios compuestos que proporcionan frescura**

*T.E. Acree and R. Teranishi, (1994)*

Los esteres severos del mentol también producen una sensación de frescura, pero esta sensación es agradable y es el resultado de la hidrólisis del mentol producida en la boca. *(Acree and Teranishi; 1994, Garbe and Baver; 1990)*

Aunque el mentol es muy volátil, esta acción de frescura no es causada por volatilización. El efecto de frescura envuelve una interacción química en las terminales nerviosas, probablemente estas están asociadas con respuesta al frío con la interacción resultante en un cambio en el mensaje transmitido por el nervio lingüístico. *(Acree and Teranishi; 1994, Garbe and Baver; 1990)*

### 1.2.2 Sustancia tipo.

La sustancia tipo, es mejor conocido como un simulante de sustancias específicas o en total de un alimento, este es importante para realizar pruebas

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

de migración de compuestos orgánicos en poliolefinas. El etanol y mezclas de etanol acuoso puede ser un buen simulante de aceites o grasas alimenticias porque muestra muy baja interacción con muchos plásticos. El uso de etanol como simulante es una base para obtener resultados experimentales en películas poliméricas y PVC (Cloruro de Polivinil Rígido), debido a que el mentol es obtenido del aceite esencial de la menta, se toma al etanol como la sustancia simulante de este compuesto y este se emplea según sus características fisicoquímicas. (Mathlouthi;1994)

- Etanol: Se obtiene el la actualidad por hidratación de etileno sobre catalizador de ácido fosfórico en celita. Tiene modestas aplicaciones como materia prima para esteres etílicos, disolventes, productos de baño y tocador y diversas aplicaciones de menor importancia. (Wittcoff and Reuben;1999)
- El etanol se mide tanto en unidades de volumen como unidades de concentración. Un galón imperial (1.201 galones norteamericanos), de etanol al 100% contiene la misma cantidad de etanol, 4.5 libras ó 2.04 Kg. La gravedad específica de etanol es de 0.79. (Wittcoff and Reuben;1999)

### **1.2.2.1 Sustancia simuladora del sabor de menta.**

En general no son problemas básicos la graduación específica de la migración en la simulación de alimentos acuosos. Sin embargo esto es posible

para reducir los valores de migración para agua destilada en contacto con un no-polar polímeros comparados con el alimentos acuosos. La FDA, para evitar problemas recomienda el uso del etanol acuoso al 8% ( v/v) y la EEC (*Comunidad Europea*) lo recomienda al 15% (v/v) para la simulación de sustancia alimenticias acuosas. (*Mathlouthi ;1994*)

Para la selección de un solvente apropiado que servirá para la simulación de una sustancia alimenticia se debe comprender los fundamentos de migración cuando son usados diferentes simulantes de alimentos ( FS ), esto es importante describir el proceso de transferencia de masa en la dirección opuesta del alimento simulado dentro del polímero. (*Mathlouthi ;1994*)

### **1.3 Migración en polímeros, simulando el sabor menta.**

Los plásticos son polímeros, es decir largas cadenas de moléculas organizadas en subunidades conocidas como monómeros, que se unen entre si mediante enlaces químicos. Esta estructura molecular les confiere la capacidad de ser moldeados, extruidos o procesados en una gran variedad de formas que incluyen objetos sólidos, láminas o filamentos. La FDA y la ECC, recomienda el uso de sustancias simulantes para realizar pruebas de migración y observar este fenómeno dentro de los materiales poliméricos.

### 1.3.1 Compatibilidad que existen entre el envase producto.

Las interacciones del envase con el alimento se pueden presentar tres fenómenos : migración, permeación y absorción. Este fenómeno puede suceder de manera separada o simultáneamente y afectar la calidad del alimento. El cuadro 2, muestra la migración de componentes en envases como monómeros residuales o auxiliares de polimerización, pueden causar una contaminación indeseable del alimento. La migración de estos componentes pueden afectar la calidad del alimento, de forma contraria, como ejemplo la alteración del sabor.

(Mathkouthi ;1994)

**CUADRO NO 2. Interacción entre material de envase y alimento.**

alimento	envase	inmediaciones
Decoloración	penetración ligera.	
degradación de nutrientes.		
Aditivos monómeros, olor,	migración de polímero.	
sabor tóxico.		pérdida de
oxígeno	permeación de gas.	dioxido de carbono.
oxidación		
cambio de textura,	permeación de agua.	secado.
microorganismos.		
olor indeseable.	permeación al olor.	pérdida de intensidad.
pérdida de intensidad.	absorción de aroma.	

Mathkouthi , 1994

La permeabilidad de vapor de agua y componentes aromáticos, es de considerable interés, particularmente con un ligero a un largo tiempo de permeabilidad del vapor de agua causando una alteración física, puede promover la creación de sustancias tóxicas estas reacciones pueden conectar a una directa alteración del sabor que al mismo tiempo las alteraciones del sabor pueden ser causadas por la pérdida de los componentes del sabor del alimento o por adquisición de aromas específicos del medio ambiente a través del envase. El fenómeno de absorción puede también influir en la calidad del alimento causando la pérdida de los componentes del sabor; puede no contribuir grandemente a la absorción de sustancias alimenticia. Por otra parte, la absorción adquirida de los componentes del sabor pueden resultar en un descontrol en el balance del aroma, y el producto no alcanza las expectativas requeridas por el cliente a diferencia como fueron creadas por el productor. *(Mathlouthi ;1994)*

Los materiales poliméricos empleados para envasado de alimentos, no son completamente inertes, pueden transferir sustancias que vienen en contacto con el alimento. De acuerdo con las razones de salud y saneamiento, existen regulaciones que requieren los materiales para envases poliméricos para demostrar un cierto nivel de inercia hacia el alimento envasado en estos materiales . En Europa como en otros países se han creado leyes para el uso de estos materiales que se encuentran en contacto directo con los alimentos.

Uno de los requerimientos de la ley del material en contacto con el alimento, son las pruebas de migración que pueden ser llevadas afuera, para determinar la transferencia de sustancias específicas o en total de sustancias transferidas, por el contacto con el material de envase es decir alimento-envase, envase - alimento. (Mathlouthi;1994)

### **1.3.2 Las poliolefinas empleando una sustancia simulando el sabor menta, (etanol acuoso ).**

Las poliolefinas forman una clase importante de termoplásticos divididos en polietilenos de un bajo, linear, y alta densidad, polipropileno, polibuteno poli (polybut-1.ene).

#### **1.3.2.1 Polietileno Baja Densidad (LDPE) Y Baja densidad Densidad Linear (LLDPE).**

El LDPE es un polímero de un gran volumen usado en el envasado de alimentos puede formarse por medio de soplado en moldes preformados. Es un subproducto del petróleo refinado y otros procesos. El polietileno fue producido por primera vez en 1933, fue diseñado un programa de investigación en el que se podía ver las reacciones sometiendo al polietileno de baja densidad a muy

altas presiones observando los efectos. Pero no fue hasta el año de 1939 en una planta piloto empezó su producción seguida de su comercialización. Este tiene una excelente resistencia química, particularmente a los ácidos álcalis y soluciones inorgánicas, pero es sensible a los hidrocarburos y a los aceites y grasas. Estos dos últimos son absorbidos por el LDPE, el cual entonces se degrada, al mismo tiempo este es una excelente barrera al agua y al vapor del agua, pero no buena para gases. Si se encuentra en contacto con múltiples agentes ambientales, ciertos líquidos o vapor resulta una superficie quebradiza, provocando un completo deterioro del material. *(Robertson ; 1993)*

El LLPDE, su primera producción fue hecha en un proceso de solución en el año de 1960, el LLDPE es un material que ahora esta disponible en un rango de densidades alrededor de 900 Kg /m<sup>3</sup>.

Las ventajas que existen entre el LLDPE sobre el LDPE es que este tiene una mejor resistencia química, mejor uso a baja y altas temperaturas, con superficie brillante, alta resistencia a la elasticidad y una gran resistencia al medio ambiente evitando a ser quebradizo y frágil. También muestra la ventaja a la resistencia a picaduras y a los escurrimientos. *(Robertson ; 1993)*

Los polímeros naturales tienen grandes ventajas ambientales frente a los sintéticos ya que son biodegradables, esto se descomponen fácil y

rápidamente en compuestos naturales, que además no son tóxicos. Los plásticos fabricados por la industria petroquímica no se descomponen fácilmente, sus monómeros y los aditivos que contienen son sustancias tóxicas en muchas ocasiones, y por ello, su proceso de producción es mucho más contaminantes que el de los bioplásticos. (Robertson ; 1993)

### **1.3.2.2 Polietileno de Alta Densidad (HDPE) y Polietileno Irradiante.**

La resistencia química del HDPE, es superior al del LDPE y, es en particular es mejor barrera para aceites y grasas. Las películas de HDPE ofrecen una excelente protección a la humedad comparado con el LDPE, es mucho más permeable al gas, pero es mucho más ópaco.

El Polietileno Irradiante es producido por películas de LDPE, estas películas son constantemente sometidas a rayos  $\beta$ . Este proceso reduce lavemente la transmisión de gases y vapor de agua pero incrementa el rango del sellado térmico para hacer una contracción de película formando polietileno. La película tiene buena claridad, el cuadro 3, muestra algunas propiedades básicas de varias películas de polietileno. (Robertson;1993,Jenkins and Harrington;1991)

**Cuadro 3: Propiedades básicas de varias películas de polietileno.**

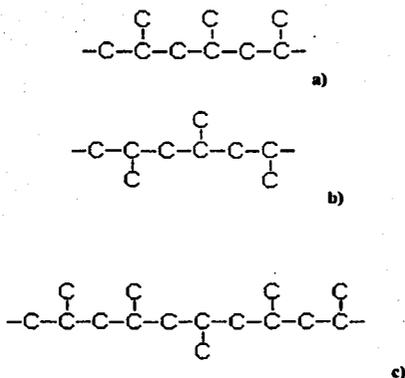
TIPO DE POLIETILENO	TRANSMISION DE VAPOR DE AGUA.	TRANSMISION DE		PUNTO DE ABLANDAMIENTO.
		O2	CO2	
BAJA DENSIDAD (920 kg. m <sup>-3</sup> )	1.4	500	1350	120-180°C
DENSIDAD MEDIA (940 kg. m <sup>-3</sup> )	0.6	225	500	120-180°C
ALTA DENSIDAD (960 kg. m <sup>-3</sup> )	0.3	125	350	125-180°C

*(Robertson;1993)*

### 1.3.2.3 Polipropileno y Polibuteno (Polybut-1.ene)

El polipropileno (PP) es un polímero lineal, la estructura básica del PP, se muestra en la figura 3, este no muestra la característica de ser un material cristalino tiene una densidad de 850 Kg m<sup>3</sup> y es soluble en muchos solventes y tiene un alto punto de ablandamiento entre 104° - 150° C, en comparación con otros polietilenos tiene baja transmisión de vapor de agua para gases y químicos, alta estabilidad a la temperatura.

El PP, no tiene un uso amplio para el envasado de alimentos, ya que este es quebradizo a bajas temperaturas y generalmente no es recomendado para el uso de envasado de grandes cantidades.



**Figura 3: Fórmulas esqueléticas de isotactico**

A) Polipropileno isotactico, b) Polipropileno sindiotactico, c) Polipropileno atactico.

(Robertson; 1993)

El Polibuteno es similar en las propiedades químicas al LDPE, pero con mayor resistencia al medio ambiente, es buena barrera al vapor de agua, pero no particulamente a los gases. (Robertson;1993,Jankins and Harrington;1991)

#### 1.3.2.4 Simulando la sustancia tipo dentro de poliolefinas.

El etanol acuoso funciona como un simulante, las poliolefinas son probablemente las más estudiadas y los mejores grupos caracterizados de

materiales poliméricos en contacto con los alimentos por su uso que tienen para el empaquetado de estos. De 20 años hasta hoy en día se han realizado varios esfuerzos para caracterizar la migración de varios aditivos dentro de las poliolefinas simulando varios alimentos. Estos estudios pueden ser usados para ilustrar el porqué las soluciones de etanol acuoso son usadas como simulantes de aceites y grasas para las pruebas de migración. Esto es mejor conocido como pueden interaccionar ( dentro de la migración ) con las poliolefinas. La poliolefina más comúnmente usada tiene un peso molecular cercano a los 700 o menor ( excepto por ejemplo ingarox- 1010 o 1330) (Mathlouthi ;1994)

### **1.3.3 Cloruro de Polivinil rígido, (PVCr) empleando una sustancia simulando el sabor menta, ( etanol acuoso ).**

El PVC fue patentado en 1913 como el primer producto sintético. Durante los años treinta, grandes cantidades de cloro empezaron a ser asequibles en la Alemania nazi como consecuencia de un programa concebido para que Alemania no dependiese del algodón importado en caso de guerra. Este programa se concentró en la producción de rayón y para ello se necesitaron grandes cantidades de sosa cáustica de la industria clorocáustica. Tras experimentar durante años con estabilizantes, lubricantes y suavizantes, se descubrió que se podían fabricar fibras a partir del PVC. Estas fibras tenían

además la ventaja de utilizar el exceso de cloro producido por la industria clorocáustica. Lo que previamente había sido un residuo tóxico subproducto de ella fabricación de la sosa cáustica se convertía ahora en un producto vendible.

(<http://www.etsii.upm.es/docencias/assignatura/as767>)

El PVC se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, tan sorprendentemente diferentes que es difícil describirlo como si fuera un sólo material: el PVC se utiliza para envases como botellas de agua mineral, contenedores, cajas y láminas transparentes para envolver alimentos.

(<http://www.etsii.upm.es/docencia/assignaturas/as767>)

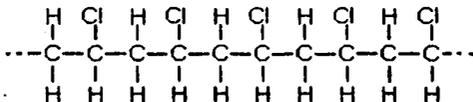
Este polímero frecuentemente es llamado "vinil" fue introducido comercialmente en los años de 1920. Este es hecho por la baja presión libre de la polimerización del "cloruro de vinil" la figura 4 muestra su estructura, a temperaturas de 38° a 71°C. Es un monómero de cloruro de vinil semejante al etileno y al propileno, contiene una doble ligadura que puede ser rota para permitir la polimerización de principio de la estructura hasta el final de la misma, Figura 5. Esta variedad de proceso para llevar a cabo la copolimerización puede ser usado para producir polímeros para aplicaciones específicas.



**Figura 4: Estructura del "cloruro de vinilo"**

*(Jenkins and Harrington; 1991)*

Estas opciones hacen al PVCr, un material versátil, que puede ser formulado para encontrar los requerimientos de muchas aplicaciones para el envasado de alimentos o bien en otros mercados.



**Figura 5: Estructura del "cloruro de polivinilo"**

*(Jenkins and Harrington; 1991)*

Por lo tanto es un material quebradizo al igual que el PE y el PP, requiere la adición de grandes cantidades de aprestos o de cualquier otro componente químico " plastificantes " que hacen a este útil como una película para envasado o empaquetado. El PVC plastificado es tenaz brillante, provee una barrera moderada al oxígeno, pero es mucho más alto como barrera a la humedad y como el PP y el LDPE puede ser procesado y producido como películas con propiedades buenas de encojimiento.

El PVC tiene varias desventajas desde el punto de vista para envasado y empaquetado de alimentos:

- El PVC contienen cerca de un 50% de cloro una alta densidad 1.4 g/ cc del peso a comparación del PE y PP lo cuál significa que los empaques necesitan comparara una mayor cantidad para cubrir una misma área, sin embargo el alto contenido de cloro hace que este sea menos costoso, haciendolo competitivo.
- El monómero de cloruro de vinilo usado para la fabricación del PVCr, es un carcinogeno animal, y es una evidente epidemialigica, reunida en las plantas de elaboración de PVC formando cancer en el hígado.

- Se considera un material altamente peligroso que poco a poco está siendo prohibida su producción y su uso. *(Jenkins and Harrington; 1991)*
- El PVC crea problemas medioambientales en todo su ciclo de vida: durante su producción, debido a la intervención de gran cantidad de sustancias tóxicas, durante su uso, debido a la migración de aditivos tóxicos y su eliminación. (<http://www.etsii.upm.es/docencias/asignaturas/as767>)
- El cloro, en un principio considerado como un subproducto residual de la producción de sosa cáustica, es un producto químico altamente reactivo que debe combinarse con otros materiales. Algunos compuestos de cloro se encuentran en la naturaleza - el ejemplo más obvio es el cloruro de sodio; o sal común. Pero el cloro fabricado mediante el proceso clorocáustico es bastante diferente. (<http://www.etsii.upm.es/docencias/asignatura/as767>)
- Este gas cloro es muy reactivo, por lo que debe combinarse con compuestos orgánicos (compuestos que contienen carbono) creando compuestos organoclorados, que son tan extraños en los sistemas naturales que los organismos vivos no saben cómo hacerles frente cuando entran en el ecosistema. ([http://greenpeace.es/toxico/toxi\\_13b.htm](http://greenpeace.es/toxico/toxi_13b.htm))

### 1.3.3.2 Empleo de la sustancia tipo , dentro de un envase de cloruro de polivinilo rígido, (PVCr).

Las alternativas simulando una sustancia alimenticia, para un PVC rígido no existe una investigación extensa. De cualquier modo la literatura contiene varios ejemplos, de casos donde la simulación de aceites esenciales alimenticios se emplean esteres, metil-palmitato, metil oleate, metil estearato, recientemente se usan para modelación de grasas e interacción con el envase. Otras investigaciones muestran simulaciones con mezclas de etanol acuoso al 8%, y al 50%. El cuadro 4, muestra los datos de migración fuera de PVC rígido, de etanol a diferentes concentraciones. (Mathlouthi;1994)

**Cuadro N° 3 Muestra los datos en % de migración de etanol como simulante en PVC rígido.**

etanol como simulante en %	% de aumento de migración a 49°C / 10 días.
etanol al 100%	9%
etanol acuoso al 8%	0.5%
etanol al 50%	0.07%

Mathlouthi, 1994

Los diferentes resultados para PVC, se realizaron comparados con poliolefinas no - polar existen muchas complicaciones por una fuerte

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

interacción con el más polar PVC, con etanol, que con un aceite, es decir existe una interacción más favorable entre en etanol y el PVC, que entre un aceite y PVC. La FDA, recomienda el uso del etanol acuoso al 50% en agua para simular una sustancia alimenticia en el uso de PVC rígido. (Mathlouthi ;1994)

### **1.3.4 Resinas altas en nitrilo (HNRs).**

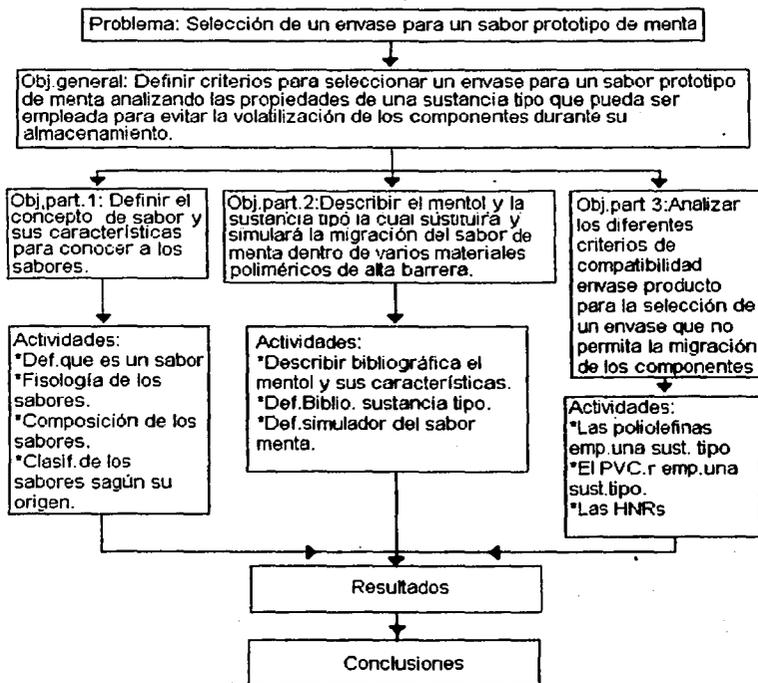
La resinas altas en nitrilo ( HNRs) son generalmente aquellas que contienen el grupo funcional cianuro, también conocido como el grupo nitrilo. Los polímeros nitrilo que se han ofrecido comercialmente se han cambiado por químicos BP, y vendidos con el nombre de Barex. Estos se producen de la copolimerización de acrylonitrilo metil acrilato en un ratio de 75: 25 de columna de goma de nitrilo ( para proveer un fuerte impacto ).

Las HNRs son polímeros transparentes y rígidos, los cuales proveen barreras externas para permeabilización de gas y buena resistencia para una buena cantidad de químicos y reactivos estas propiedades le proporcionan una larga lista de usos comerciales en alimentos, cosméticos, medicamentos, químicos en el hogar y empaque químicos para la agricultura. Destacan en la barrera del sabor, olor y proporcionen una excelente retención de aroma. Permiten envasar gran cantidad (1 ó 5 litros) , químicos, agrícolas, industriales y de uso domestico. (Mathlouthi ;1994, Flavour Saver ;1998)

## CAPITULO 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Cuadro Metodológico.

Para la secuencia del desarrollo teórico se propuso el siguiente cuadro metodológico.



## 2.2 Descripción del cuadro metodológico.

El desarrollo metodológico se dividió en tres objetivos, que permitirán llegar a resolver un cuarto objetivo general, enfocado a la selección de polímero para emplearlo en el envasado de un sabor prototipo de menta y este evite la pérdida de sus características principales de calidad, (aroma, sabor y color). En el primer objetivo particular se propone que mediante la investigación bibliográfica, se describa que es un sabor y sus generalidades, este se divide en cuatro actividades.

En el objetivo particular dos, se realizó un estudio bibliográfico que nos explica brevemente las características generales del mentol. Así mismo se da a conocer una sustancia tipo, que funciona como un simulante para sustituir al sabor menta dentro de los materiales de envase.

En el objetivo tercero, se lleva a cabo una investigación bibliográfica de la relación de criterios existente de compatibilidad entre envase - producto; proponiendo varias alternativas para la migración en polímeros que presentan la característica de alta barrera (Poliiolefinas, PVCr, HNRs), empleando la sustancia tipo (etanol acuoso), recomendado por la FDA y la EC; dando a conocer los problemas existentes hasta nuestros días dentro del medio ambiente provocado por dichos materiales. Finalmente se analizaron los datos

obtenidos de la investigación haciendo la selección del material de envase para el sabor prototipo de menta y obteniendo así las conclusiones.

## **CAPITULO 3. Situación Tecnológica del Problema.**

### **3.1 SELECCIÓN DEL ENVASE.**

La selección del envase para el sabor prototipo de menta se hace de acuerdo a las características de migración del simulante (etanol acuoso), dentro de cada uno de los polímeros propuestos ( poliolefinas, PVCr y HNRs), a las características generales así como ventajas y desventajas que existen entre estos.

#### **3.1.1 Análisis de las diferencias de barrera que existen entre los materiales poliméricos.**

Por algunos años las HNRs y el PVC, fueron los únicos dos polímeros a escoger si se necesitaba aplicar una buena barrera para el vapor de agua, con el reciente interés de mantener los alimentos estables, la investigación en envases, de barrera se han incrementado enormemente y nuevos polímeros y poliomidas amorfas se han introducido.

Todos los materiales tienen una baja velocidad de transmisión de oxígeno comparada con otros envases de resina como el PET, PVC, PP, PE Y LLDPE., también estas presentan una buena barrera a la permeabilidad al CO<sub>2</sub>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

el cual esta siendo importante en envases de atmósferas controladas y modificadas. Estos materiales difieren en costo fin de uso del envase diseñado parámetros de procesamiento.

El PVC no es sensible a la humedad pero es difícil de procesar y su reciclamiento es costoso. El PVC se utiliza principalmente como una capa fina en laminaciones y recubrimientos. (Mathkouth; 1994) La HNRs son los únicos que pueden usarse monolíticamente porque las propiedades de sus barreras no son afectadas adversariamente por la humedad; es un hecho que la barrera de O<sub>2</sub> incrementa al aumentar la humedad ofrecen también claridad y rigidez proporcionando buenas propiedades estructurales y estéticas. También pueden usarse en estructuras de multicapas si se desea.

### **3.1.2 Análisis de ventajas y desventajas existentes entre los materiales poliméricos.**

El punto clave en las ventajas y desventajas de cada una de las resinas propuestas como barrera es que, aunque a todas se aplican como barrera, éstas no siempre compiten directamente con alguna otra. Por ejemplo las HNRs, se utilizan principalmente en contenedores monolíticos donde la resina provee tanto la barrera como el soporte estructural, mientras que el PVC se utiliza en coextrucción y/o recubrimientos para proveer en la mayoría de los

casos, solo una capa de barrera (*Mathlouthi ;1994*). Funcionalmente, las HNRs se utilizan extensamente en envases para barrera de gas y propiedades de resistencia química, resulta una buena barrera de sabor, olor y proporciona una excelente retención de aroma. La FDA, de E. U. bajo la CFR.179.70 permite utilizar HNRs para continuas y directas no-bebidas contacto con alimentos para llenar a temperaturas abajo de 65° C ( 150° F) . Por esta restricción HNRs , fueron originalmente utilizadas y continúan usándose en envases rígidos y semirígidos en alimentos. Estas bandejas termoformadas, consisten primeramente de HNRs monolíticas, son estéticamente atractivas y bien vendidas. Las HNRs se infiltran en otros mercados, tanto en alimentos como no- alimentos, por su variedad en el procesado. Dentro del mercado del envase, HNRs pueden procesarse en una gran variedad de productos. Mientras que los materiales como el PVC y las poliolefinas han demostrado ser materiales muy costosos y difíciles de procesar. (*Flavour Saver;1998*)

Sin embargo, las película flexibles y los contenedores moldeados por inyección son utilizados también en otros envases. Los HNRs pueden ser procesados también en otros envases. Los HNRs pueden ser procesados por extrusión de láminas, extrusión de películas soplado, termoformados, moldeados por extrusión de soplada y moldeado de soplado y estiramiento por inyección. (*Flavour Saver;1998*). En el mercado de alimentos HNRs son utilizados

para el envase de algunos alimentos procesados, panadería, queso, grasas comestibles, mantequilla, hierbas, pasta, salsa y especias.

La mayoría de las ventajas de HNRs son: Buena barrera de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, resistencia química, excelente a la sensibilidad en contra de la humedad, compatible con muchos aceite esenciales, versatilidad en procesamiento y es adecuado para monolítico coextrucción o laminación.

La principales desventajas del HNRs son: Barrera moderada de la humedad; el FDA, las aprobó para no - bebidas; moderada fuerza al impacto, poder resistencia al arrastre; y oferta limitada. Las desventajas en algunas ocasiones limitan la utilización de las HNRs. comúnmente los programadoras de desarrollo tienen como objetivo superar las desventajas para que las HNRs puedan tener un mayor campo de uso-fin. (*Flavour Saver, 1998*)

### **3.1.3 Material de envase seleccionado.**

Por el incremento de la demanda en resinas de gran barrera para dar un mayor tiempo de vida en envasado plástico.

Las HNRs ha mostrado una velocidad de crecimiento al doble. La demanda se proyecta para continuar creciendo en este nivel de resistencia por la inducción

de nuevos grados y el desarrollo de nuevas aplicaciones. Puede remplazar el vidrio además es altamente disponible comercialmente y permite envasar grandes cantidades de 1 ó más de 5 litros de compuestos químicos industriales y de uso doméstico.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## **CONCLUSIONES:**

En los últimos años la industria de los sabores a crecido fuertemente, por lo que los fabricantes de ellos han tenido la necesidad de mejorar sus productos, algunos de estos productos presentan un alto deterioro en periodos cortos lo que genera la necesidad de mantenerlos dentro de recipientes o envases que preserven sus características o vida útil manteniendo en lo posible intactas sus cualidades de sabor, olor, aroma y demás características propias de los mismos en el momento de su elaboración.

De acuerdo a la investigación teórica se obtiene :

- En el objetivo uno de describen a los saborizantes de una manera general dando así a conocer su origen y composición.
- Cumpliendo el objetivo dos, se describen las propiedades y aplicaciones de una sustancia tipo la cual sustituye a un sabor prototipo de menta dentro de algunos materiales poliméricos ( poliolefinas, PVCr, HNRs ). La sustancia tipo (etanol acuoso) se selecciona como sustituto del sabor de menta por las características fisicoquímicas (peso molecular, densidad y gravedad específica) que este presenta, además de tener un costo económico. Esta sustancia nos permita observar las interacciones que existen entre envase-producto ocurriendo el fenómeno de migración, permeación y absorción. Este fenómeno puede presentarse de manera separada o simultáneamente dentro del envase afectando gravemente la calidad del alimento.

- Cumpliendo el objetivo tres, particularmente los materiales polimérico propuestos tienen alta barrera al vapor de agua, tomando en cuenta las ventajas y desventajas que existen entre estos se hace una selección del material de envase según los resultados dentro de la investigación teórica hecha:
  1. Las poliolefinas forman una clase importante de termoplásticos, tienen una gran barrera a líquidos, al vapor de agua y al oxígeno pero son materiales que se degradan cuando están expuestos a múltiples agentes ambiente, produciéndose grietas. Algunos de estos tienen superficie brillante pero algunos otros son opacos. Estos efectos dependen de la densidad del polímero.
  2. El PVCr, contiene cerca de 50% de cloro y una alta densidad a comparación con las poliolefinas, teniendo como resultado el uso de mayor cantidad de material para cubrir una misma área. El cloruro de vinilo usado para la fabricación de PVCr, es un cancerígeno, formando cáncer en el hígado. Es altamente permeable a altos niveles de vapor de agua, pero no puede usarse para envasar grandes volúmenes de alimentos, regularmente se emplea para envasar carnes rojas y pescado.
  3. Mientras que la HNRs; son polímeros de gran barrera al vapor de agua, y garantizan mayor vida en el envasado plástico. Su demanda de uso va creciendo fuertemente y actualmente se están desarrollando nuevas aplicaciones, como reemplazar al vidrio, permitiendo envasar grandes

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

volúmenes de compuestos químicos, pero tiene una moderada fuerza al impacto. Además son altamente disponibles comercialmente.

De acuerdo a estas comparaciones de ventajas y desventajas de los polímeros propuestos, podemos decir que aunque todos los materiales, presentan una gran barrera al vapor de agua, no todos son buenos desde el punto de vista para la elaboración de envases para uso en la industria de los alimentos. Además de que son productos con alto riesgo para la salud humana y provocan gran daño ambiental. Podemos decir que el material con menos problemas para su uso como producto de envasado son las resinas con alto contenido en nitrilo (HNRs).

**BIBLIOGRAFÍA**

- Acree Terry E. and Teranishi(1993)  
Flavor Science  
ACS Professional Reference Book  
Washington DC.
- Baver K. Garbe D. (1990)  
Comman Fragance and Flavor Materials.  
2° Edición VCH, Verlagsgellschaft  
Germany.
- Birch G.G. and Lindley (1994)  
Developments in Food Fivorurs.  
Editorial Elsevier Applied Science  
New York.
- Chemicals B,P 1998  
Flavors Saver ( Materials)  
Cleveland, Ohio, USA.
- Holzner G.(1997)Vol.8  
Aromatized Packaging.  
Trends in Food Science and Technology.
- Jenkins A.W. and Harrington P.J (1991)  
Packaging Food With Plastics.  
Technomic Publishiny Co. inc.  
Lancaster - Base.
- Mathlouthi. M (1994)  
Food Packging and Preservation  
2° edición Blackie Academia and Professional.  
New York.
- Robertson G. (1993)  
Food Packaging Principles and Practice  
Marcel Dekker  
New York.

- Teylor A.J (1998) Vol.33  
Physical Chemistry of Flavours.  
International Journal of Food Science and Techonology.
- Wittcoff H. and Reuben B.G. (1999)  
Productos Quimicos Orgánicos Industriales.  
Materias Primas y Fabricación  
Limusa Noriega Editores.
- Yalanga V.A. (1991) Vol.24  
Flavor and Techonology ( Recent Trends and Future Prespectives)  
Canadian Institute of Science and Techonology Journal.

**Direcciones Web.**

<http://.etssi.upm.es/docencia/asignaturas/as/767.net>  
<http://www.greenpace.es/tóxicos/toxi-13b.htm>