

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**IDENTIFICACION DEL POLIMERO PRESENTE EN ENVASES DE
TETRAPACK DE JUGOS Y NECTARES PROVENIENTES DE
SUPERMERCADOS DE METROCENTRO SAN SALVADOR Y SUS
ALREDEDORES.**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

JACQUELINE ANDREA CEDILLOS ACEVEDO

JENNY XIOMARA MENJIVAR QUINTANILLA

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA**

MARZO DE 2013

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

SECRETARIO

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO

COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

ASESORA DE AREA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS, COSMETICOS Y VETERINARIOS:

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez.

ASESORA DE AREA DE CONTAMINACION AMBIENTAL Y SALUD PUBLICA.

MSc. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez.

DOCENTE DIRECTOR

Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODOPODEROSO, por su inmenso amor y misericordia que ha permitido que culmine mi carrera y ayudarme a salir adelante.

A MIS PADRES, Oscar Cedillos y Vitelia de Cedillos por su amor y su apoyo incondicional, por el esfuerzo que día a día ellos realizaban para que pudiera coronar mi carrera y porque siempre creyeron en mí.

A MI HERMANO, Oscar Cedilos por su apoyo y palabras de aliento durante mi carrera.

A MI AMADO, Guillermo Melgar, por su amor incondicional, por estar conmigo siempre en las buenas y en las malas. Por enseñarme a luchar y seguir adelante.

A NUESTRO DOCENTE DIRECTOR, Lic. Henry Hernández, por su ayuda y apoyo ya que siempre estuvo dispuesto a compartir sus conocimientos.

A NUESTRO JURADO, gracias por sus consejos durante el desarrollo del trabajo, por sus aportes y por compartir sus conocimientos.

A MI COMPANERA DE TESIS, gracias por tu amistad y por haber sido mi compañera durante el desarrollo del trabajo.

JACQUELINE CEDILLOS

AGRADECIMIENTO

A DIOS MI SEÑOR, por estar conmigo hasta el final de mi carrera y ahora en mi etapa profesional y a mamita María por oír e interceder en mis oraciones.

A MIS PADRES, por su paciencia y apoyo en especial a mi papa por creer siempre en mí muchas gracias.

A MI HERMANO, por ser siempre un apoyo creer en mí y estar en los momentos difíciles.

A MI COMPAÑERA DE TESIS, que ha sido parte importante en el desarrollo y culminación de esta tesis gracias de verdad por tu esfuerzo y dedicación y por ser mi compañera de tesis.

A MIS AMIGAS, Susi Iraheta y Khuei Lin que me han dado su amistad y que de verdad aprecio por que han estado conmigo en las buenas y en las malas las quiero mucho.

A LOS DOCENTES, que han estado con nosotros en el desarrollo de esta tesis y que nos han guiado para lograr culminar con éxito esta tesis muchas gracias.

JENNY MENJIVAR.

INDICE

	Paginas
RESUMEN	
CAPITULO I	
1.0 INTRODUCCION	xiii
CAPITULO II	
2.0 OBJETIVOS	16
CAPITULO III	
3.0 MARCO TEORICO	18
3.1 Generalidades	18
3.2 Síntesis y mecanismo de reacción	19
3.3 Clasificación de los polímeros	19
3.4 De a cuerdo a sus usos	24
3.5 Polímeros más utilizados	24
3.6 Aditivos en los plásticos	27
3.7 Funciones de los envases en los alimentos	28
3.8 Envasado de jugo	28
3.9 Envases tetrapack	29
3.10 Composición del envase tetrapack	30
3.11 Proceso de fabricación de los envases tetrapack	31
3.11.1 Proceso de fabricación	31
3.12 Impacto de los plásticos	33
3.12.1 Migración de sustancias	34
3.12.2 Tipos de migración	35
3.13 Degradación de los polímeros	35
3.13.1 Efectos del plástico y el medio ambiente	36
3.13.2 Regulaciones de los envases	38
3.14 Método de espectroscopia infrarroja	39
3.14.1 Fundamento teórico	39

3.15 Equipamiento: Espectrofotometro Infrarrojo IRAffinity-1	41
3.15.1 Generalidades	41
CAPITULO IV	
4.0 DISEÑO METODOLOGICO	44
4.1 Tipo de estudio	44
4.2 Investigación bibliográfica	44
4.3 Investigación de campo	44
4.4 Parte experimental	45
4.4.1 Procedimiento de análisis de polímeros por medio del Espectrofotómetro Infrarrojo.	45
CAPITULO V	
5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
CAPITULO VI	
6.0 CONCLUSIONES	64
CAPITULO VII	
7.0 RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFIA	
GLOSARIO	
ANEXOS	

INDICE DE ANEXOS

ANEXO Nº

1. Mapa de ubicación de zona de muestreo y tabla de coordenadas.

Figura Nº 13: Mapa de ubicación de zona de muestreo según coordenadas por GPS.

2. Códigos de plásticos

Cuadro Nº1 Codificación internacional para los distintos tipos de plásticos.

Cuadro Nº 2. Resumen de los diferentes tipos de plásticos.

Cuadro Nº 3. Temperaturas de descomposición de los principales plásticos.

3. Aditivos utilizados en materiales plásticos

Cuadro Nº 4. Aditivos utilizados en materiales poliméricos.

Cuadro Nº 5. Funciones de los aditivos.

Cuadro Nº 6. Ftalatos más utilizados como aditivos.

4. Plásticos que pueden causar efectos a la salud.

Cuadro Nº7. Efectos a la salud causados por algunos plásticos.

5. Clasificación tetrapack

Cuadro Nº 8. Ejemplos de envases tetrapack

6. Proceso de fabricación del plástico.

Figura Nº 14. Fabricación del plástico.

7. Encuesta realizada a los gerentes de los supermercados y resultados obtenidos.

Cuadro Nº 9. Cuadro de marcas existentes en supermercados según su comercialización.

Cuadro Nº10. Distribución de las marcas existentes en los diferentes supermercados.

8. Especificaciones del equipo Espectrofotómetro Infrarrojo con Transformada de Fourier Shimadzu IRAffinity-1

Cuadro № 11. Especificaciones del Espectrofotómetro Infrarrojo Shimadzu IRAffinity-1

9. Material y equipo

Figura № 15. Equipo espectrofotométrico infrarrojo iraffinity-1

RESUMEN

Los polímeros sintéticos habitualmente llamados plásticos se han vuelto de gran importancia, sobre todo en el área de alimentos envasados, debido a las características que poseen como son: facilidad de uso, ligereza, flexibilidad y versatilidad.

En el presente trabajo, se realizó una identificación de polímeros, los cuales son utilizados en los envases de jugos y néctares conocidos como "TetraPack".

Para seleccionar las muestras se necesitó delimitar el área de investigación en la zona de Metrocentro San Salvador, utilizando un sistema de posicionamiento global conocido como GPS, dando este como resultado 5 coordenadas geográficas, encontrando los siguientes supermercados: 3 Super Selectos ubicados en el interior del centro comercial Metrocentro San Salvador y 1 Despensa de Don Juan ubicado en los alrededores del mismo centro comercial.

Se realizó un muestreo dirigido al azar, para cada una de las marcas existentes. Obteniendo un total de 20 marcas de jugos y néctares que se distribuyen en los cuatro supermercados. Se tomó 1 muestra por marca, en cada supermercado para obtener cuatro veces la misma marca; aquellas marcas que no se encontraban comercializadas en los 4 supermercados por ejemplo Hawallan punch, se repitió la toma de muestra en los supermercados hasta completar las 4 muestras por marca y así, obtener un total de 80 muestras. Se identificó el polímero que se encuentra en la envoltura de la parte interna de la caja; obteniendo como resultado el polietileno de baja densidad.

Las muestras se analizaron en un periodo de un mes por medio del método de Espectrofotometría Infrarroja. Los análisis se realizaron en el Laboratorio Fisicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Los resultados de la investigación demostró que el 49% está representado por el polietileno de baja densidad (**LDPE**), el 39% es polietileno de muy baja densidad (**VLDPE**), el 11% es polietileno de baja densidad lineal (**LLDPE**) y el 1% es poliisopreno (**PIP**), lo que implica que la película del polímero interna en envases tetrapack es el polietileno de baja densidad, ya que se encuentra presente en un 99% en las muestras analizadas.

Por lo que el Polietileno de baja densidad se considera seguro en la utilización de películas en envases para alimentos por ser el más estable y resistente; teniendo siempre en cuenta la temperatura, ya que el polietileno de baja densidad no debe exceder a los 60°C, debido a que es un material delgado, por lo que puede provocar un rompimiento del material polimerico y se pueden liberan sustancias tóxicas, sobre todo en aquellos alimentos que se encuentra en contacto directo con el polímero, por ello se recomienda realizar estudios a los productos o alimentos para garantizar que estos no contengan residuos del material polimerico.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

En la actualidad la síntesis y procesamiento de materiales poliméricos es una de las ramas más importantes de la Industria Química, su desarrollo, ha permitido conocer polímeros que ya se encontraban presentes en la naturaleza así como la creación de nuevos tipos. Actualmente se pueden encontrar de forma habitual en nuestra vida cotidiana, algunos los encontramos en los utilizados para bolsas de plástico, corcho, embalajes, envases, tuberías, sustitutos del vidrio, neumáticos de carro, etc. A su vez su aplicación en diferentes tipos de industrias ha permitido que sean utilizados en la elaboración de diversos tipos de empaques para la industria alimenticia.

La identificación de polímeros es un tema de gran importancia, y por lo cual se pretendió conocer las estructuras de aquellos polímeros utilizados especialmente en la elaboración de envases de tetrapack de jugos y néctares.

En el presente trabajo se realizó el análisis a los envases tetrapack de las diferentes marcas de jugos y néctares en sus presentaciones de 200 mL a 330 mL, los cuales; son dispensados en los tres Supermercados Super Selectos que se encuentran ubicados en el Centro Comercial Metrocentro y la despensa de Don Juan que se encuentra enfrente de este Centro Comercial. La Zona fue delimitada utilizando el Sistema de Posicionamiento Global conocido por siglas en inglés como GPS obteniéndose cinco coordenadas donde se localizan estos supermercados.

Las muestras fueron recolectadas de las 20 marcas de jugos y néctares que se distribuyen en los 4 supermercados lo cual; se estableció a través de encuestas realizadas a los gerentes de dichos supermercados donde se encontró que no todas las marcas son distribuidas en los diferentes supermercados.

Para llegar a obtener un número de muestra representativa se tomaron 4 muestras de cada marca, aquellas que se comercializaban en los 4 supermercados se tomó una muestra de cada marca por supermercado, de lo contrario se complementaban las 4 muestras por marca repitiendo la toma de muestra en los supermercados, hasta completar y obtener las 4 muestras por marca, al final se obtuvo un total de 80 muestras.

Esta investigación se realizó con el propósito de identificar el polímero utilizado en esta clase de envase, ya que no existe una investigación realizada en el país sobre la identificación de este tipo de polímero y a través de una recopilación bibliográfica establecer si podrían llegar a ser nocivos o no en la salud del consumidor y el medio ambiente.

Las muestras se analizaron haciendo uso del método de Espectrofotometría Infrarroja. Los análisis se realizaron en el Laboratorio Fisicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, que cuenta con el Espectrofotómetro infrarrojo. Lo cual se realizó durante el periodo comprendido entre Agosto-Octubre del 2012 durante el cual se tomaron las muestras para obtener evidencia experimental y documental que consistió en los espectros obtenidos del Método de análisis, que sirvieron para compararlos con los estándares de trabajo con que cuenta el banco de datos del equipo, y verificar el porcentaje de polímero utilizado en las muestras con el propósito de garantizar que la salud del consumidor no se encuentre en riesgo al hacer uso de este tipo de envases.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar el polímero presente en los envases Tetrapack de jugos y néctares proveniente de supermercados de Metrocentro San Salvador y sus alrededores.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1 Analizar las muestras recolectadas por medio del método de espectrofotometría infrarroja. (Ver. Anexo Nº 9).

2.2.2 Comparar los espectros a obtener de las muestras analizadas, con los espectros de polímeros que posee el banco de datos del equipo.

2.2.3 Seleccionar el tipo de polímero que está siendo utilizado en la elaboración de este tipo de envase.

2.2.4 Determinar en porcentaje el polímero o los polímeros que están siendo utilizados en las diferentes muestras que se analizaran.

2.2.5 Dar a conocer los posibles daños que podrían causar a la salud del consumidor y el medio ambiente con respecto al uso de los polímeros identificados.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 GENERALIDADES ⁽³³⁾ ⁽³⁶⁾

Habitualmente los polímeros reciben, de forma incorrecta, el nombre de plásticos. El término Plástico, en su significación más general, se aplica a las sustancias de distintas estructuras y naturalezas que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones.

Los primeros polímeros empleados fueron los polímeros naturales, por ejemplo la lana, la seda, la celulosa, etc. Los cuales se han empleado profusamente y han tenido mucha importancia a lo largo de la historia. Sin embargo, hasta finales del siglo XIX aparecieron los primeros polímeros sintéticos, como por ejemplo el celuloide. Los primeros polímeros que se sintetizaron se obtenían a través de transformaciones de polímeros naturales. El desarrollo de los polímeros fue inducido a través de las modificaciones de estos con el fin de mejorar sus propiedades físicas en pro del auge de las aplicaciones de los mismos.

Actualmente se conoce que los polímeros son obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.

Estos se pueden definir como un tipo particular de macromolécula de elevado peso molecular, que se caracteriza por tener una unidad que se repite a lo largo de la molécula estas unidades son conocidas como unidades monoméricas.

3.2 SINTESIS Y MECANISMO DE REACCION ⁽¹⁶⁾

Las reacciones de polimerización son muy variadas y sus mecanismos de reacción obedecen a la estructura química de los monómeros que les dan origen. Por lo tanto, la mayoría de estos mecanismos, son los mismos que se observan en las reacciones químicas de moléculas orgánicas sencillas.

3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS POLÍMEROS ⁽²¹⁾

La ciencia de las macromoléculas estudia tanto los materiales de origen biológico o natural como sintético. El grupo de polímeros biológicos, y que está relacionado con la esencia de la vida misma, está constituido entre otras sustancias por los polisacáridos, como el almidón y la celulosa; las proteínas y los ácidos nucleicos.

Aparte de estos polímeros que se pueden considerar naturales, han sido desarrollados una cantidad de polímeros sintéticos. Aunque el objetivo de las primeras síntesis fue la obtención de sustitutos de algunas macromoléculas naturales como el caucho y la seda, en la actualidad se ha logrado desarrollar una impresionante tecnología en este campo, que produce cientos de sustancias que no tienen análogos naturales y que se hacen prácticamente imprescindibles para el desenvolvimiento de la vida moderna.

Debido a lo anterior actualmente los plásticos pueden clasificarse atendiendo diversos factores:

a. Según su origen. ⁽²¹⁾

- **Plásticos naturales:** derivados de productos existentes en la naturaleza con elevado peso molecular como celulosa, proteínas y caucho, que pueden sufrir transformaciones resultando materiales modificados.

- **Plásticos sintéticos:** Obtenidos de sustancias no resinosas ni plásticas, generalmente artificiales con bajo peso molecular y que por polimerización o policondensación originan resinas sintéticas.

b. Según su composición química. ⁽²¹⁾

- Plásticos Celulósicos: Agrupando esterres simples o mixtos y éteres.
- Plásticos de Proteínas: Caseína, soya, alginina, etc.
- Plásticos naturales de hidrocarburo: el caucho.
- Plásticos de resinas sintéticas: perteneciendo a este grupo las resinas fenol-formol, urea-formol, vinílicas, acrílicas, de estireno, alquílicas, etc.

c. Según su comportamiento al calor se clasifican en: ^{(8) (31)}

- **Termoplásticos:** son materiales rígidos a temperatura ambiente, pero se vuelven blandos y moldeables al elevar la temperatura, por lo que se pueden fundir y moldear varias veces, sin que por ello cambie sus propiedades, esto los hace reciclables. Son termoplásticos debido a que sus cadenas, sean lineales o ramificadas, no están unidas, o sea, presentan entre sus cadenas “fuerzas” intermoleculares, que se debilitan con un aumento en la temperatura, provocándose el reblandecimiento. Están presentes en el poliestireno, el polietileno; la seda, la lana, el algodón (fibras naturales), el poliéster y la poliamida (fibras sintéticas).
- **Termoestables:** son materiales rígidos, frágiles y con cierta resistencia térmica. Una vez que son moldeados no se pueden volver a cambiar en cuanto a su forma respecta, porque no se ablandan cuando se calientan, volviéndolos esto no reciclables. Son termoestables porque sus cadenas están interconectadas por medio de ramificaciones que son más cortas que las cadenas principales. La energía calórica es la principal responsable del entrecruzamiento que da una forma permanente a este

tipo de plásticos y es por esto que no pueden volver a procesarse. Los encontramos en la baquelita, el PVC.

- **Elastómero:** son plásticos con un comportamiento elástico que pueden ser deformados fácilmente sin que se rompan sus enlaces o modifique su estructura.

d. Según el orden de su estructura molecular: ⁽²⁴⁾

- **Polímeros Lineales.** En un polímero lineal las unidades monoméricas se unen unas a otras formando cadenas sencillas. Las cadenas de los polímeros lineales pueden unirse entre sí por fuerzas de van der Waals. Polietileno, cloruro de polivinilo, poliestireno, poli (metacrilato de metilo), nilón y fluorocarbonos son algunos polímeros de estructura lineal.

- **Polímeros ramificados.**

Se sintetizan polímeros cuya cadena principal está conectada lateralmente con otras cadenas secundarias. Las ramas, que forman parte de la cadena molecular principal, son el resultado de las reacciones locales que ocurren durante la síntesis del polímero. La eficacia del empaquetamiento de la cadena se reduce con las ramificaciones y, por tanto, también disminuye la densidad del polímero.

- **Polímeros entrecruzados.**

En los polímeros entrecruzados, cadenas lineales adyacentes se unen transversalmente en varias posiciones mediante enlaces covalentes. A menudo el entrecruzamiento va acompañado por la adición mediante enlace covalente de átomos o moléculas a las cadenas. Muchos de los materiales elásticos de caucho están entrecruzados.

- **Polímeros reticulados**

Los polímeros compuestos por unidades trifuncionales se denominan polímeros reticulados. Un polímero entrecruzado, prácticamente, se

puede clasificar como polímero reticulado. Estos materiales tienen propiedades mecánicas y térmicas específicas. Los polímeros epoxy y los fenol-formaldehído pertenecen a este grupo.

e. Según la variedad de unidades monoméricas en su estructura molecular:

– **Copolímeros:**

Los polímeros descritos hasta el momento pueden considerarse como homopolímeros, ya que están formados por unidades constitucionales repetitivas idénticas. Sin embargo, cuando se polimerizan dos o más monómeros diferentes se obtiene un copolímero, es decir un polímero con dos o más tipos de unidades constitucionales en la misma cadena. Por medio de la copolimerización se pueden obtener materiales con propiedades que difieren de las que tendrían ambos homopolímeros por separado así como, una gran variedad de estructuras las cuales se mencionan a continuación:

– **Copolímeros al azar:**

Es un copolímero con unidades de A y B distribuidas aleatoriamente, es decir los monómeros pueden seguir cualquier orden.



Figura № 1. Copolímero al azar

– **Copolímeros alternantes:**

Es un copolímero que termina en una de las unidades, tiende a adicionarse al monómero opuesto y por ende los monómeros están ordenados de forma alternada.



Figura Nº 2. Copolímero alternado.

– **Copolímeros en Bloque:**

Es un copolímero puede estar formado por secuencias largas de un monómero unidas a secuencias del segundo y éstas se distribuyen a lo largo de la cadena formando bloques de diferentes tamaños. Formados por dos o tres tipos de monómeros.

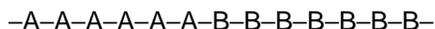


Figura Nº 3. Copolímero en bloque

– **Copolímeros de injerto:**

Es un copolímero que está formado por un tipo de unidad estructural, pero presenta ramificaciones laterales formadas por cadenas que tienen unidades repetitivas del otro tipo, que aparecen como injertadas en la cadena principal.

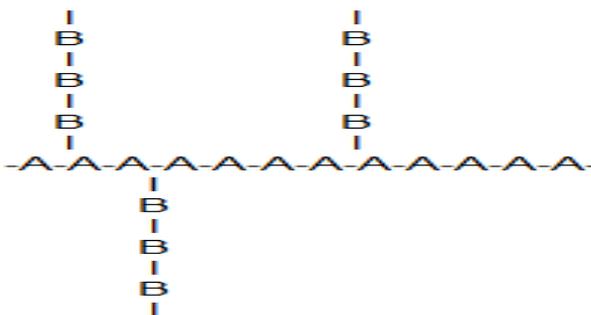


Figura Nº 4. Copolímero de injerto

3.4 DE ACUERDO A SUS USOS :⁽¹⁶⁾

Se observan en el siguiente esquema:

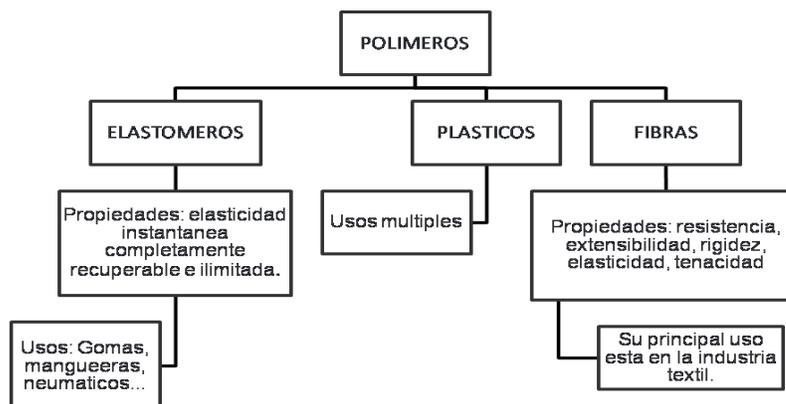


Figura Nº 5. Clasificación de los polímeros de acuerdo al uso

3.5 POLÍMEROS MÁS UTILIZADOS: ^{(16) (35)}

Algunos ejemplos de plásticos más comunes de aplicación industrial y comercial son los siguientes: (Ver anexo Nº 2)

a. Polietileno (PE)

Este polímero se obtiene a partir del etileno. Las dos variedades comerciales más conocidas de este polímero son el polietileno de baja densidad (LDPE) y el de alta densidad (HDPE). La diferencia en sus propiedades y aplicaciones vienen dadas por el grado de cristalinidad que cada uno puede alcanzar.

El polietileno de baja densidad (LDPE) posee una estructura muy ramificada y por ende una baja cristalinidad. Sus principales aplicaciones

son la fabricación de bolsas plásticas, tuberías y recubrimiento para cables.

El polietileno de alta densidad (HDPE) posee una mayor cristalinidad debido a su estructura prácticamente lineal, posee aplicaciones como tuberías, recipientes, enseres domésticos, aislamiento para cables, juguetes y asientos para uso público, entre otras.

b. Polipropileno (PP)

El polipropileno se obtiene mediante la polimerización del propileno. En términos generales las propiedades del PP son similares a las del HDPE. Se emplea para la elaboración de tubos, fibras para cuerdas, artículos textiles y películas para empaque de alimentos.

c. Poliestireno (PS)

La polimerización industrial del estireno se lleva a cabo mediante radical libre con la ayuda de peróxidos.

Existen tres tipos de poliestireno comercial: el poliestireno de alto impacto, empleado por ejemplo, en la fabricación de vasos plásticos desechables, el poliestireno cristal que se emplea en la fabricación de recipientes y el poliestireno expandible que se usa entre otras cosas como material de empaque.

d. Polimetilmetacrilato (PMMA)

El PMMA al igual que otros polímeros vinílicos es un material amorfo y su propiedad más destacada es su excelente transparencia lo que hace que una de sus principales aplicaciones sea como sustituto del vidrio.

e. Policloruro de vinilo (PVC)

Consideran al PVC como el plástico más versátil y su producción es solo superada por la del polietileno. Sus usos abarcan desde la construcción de casas hasta prendas de vestir. Se utiliza en productos empleados para la fabricación de tubería, dispositivos de uso médico, etc.

f. Poliuretano (PUR)

Los poliuretanos se clasifican en dos grupos, definidos por su estructura química, diferenciados por su comportamiento frente a la temperatura. De esta manera pueden ser de dos tipos: termoestables o termoplásticos.

Los poliuretano termoplástico son aquellos que no requiere de vulcanización para su proceso; al contrario, puede ser conformado mediante los procesos habituales para termoplásticos, como inyección, extrusión y soplado, se caracteriza por su alta resistencia a la abrasión, al desgaste, al desgarre, al oxígeno, al ozono y a las temperaturas muy bajas.

Los poliuretanos termoestables más habituales son espumas, muy utilizadas como aislantes térmicos y como espumas. Entre los poliuretanos termoplásticos más habituales destacan los empleados en elastómeros, adhesivos selladores de alto rendimiento, pinturas, fibras textiles, sellantes, embalajes, juntas, preservativos, componentes de automóvil, en la industria de la construcción, del mueble y múltiples aplicaciones más.

g. Politetrafluoroetileno (TEFLÓN)

Este es un material tenaz, flexible y de gran resistencia química y térmica, es además un excelente aislante térmico. Su uso se restringe a aplicaciones técnicas tales como sellantes, aislante eléctrico, recubrimientos inertes.

h. Poliamidas y poliésteres

Estos materiales tienen su principal aplicación en la fabricación de fibras, pero también, muchos de ellos debido a su versatilidad, pueden ser usados en la fabricación de piezas de plástico tal como podemos ver en los siguientes ejemplos:

El nylon-6,6 es un material industrial que se usa en la fabricación de engranajes. En general, los plásticos de poliamida se usan para la fabricación de componentes y partes para automóviles y camiones.

El polietiléntereftalato (PET) se emplea en la fabricación de botellas de refresco y películas para envoltorios.

3.6 ADITIVOS EN LOS PLÁSTICOS. ⁽⁴⁾

Es poco común que un material plástico se presente como un polímero totalmente puro por lo que es necesario adicionar materiales como: estabilizantes, plastificantes, lubricantes, antioxidantes, y colorantes, cuya naturaleza es importante conocer para la confección de envases, ya que estas sustancias pueden migrar hacia el producto envasado, modificando olor, color y en algunos casos conferir toxicidad o provocar reacciones no deseadas. Estas sustancias son añadidas, al polímero para prevenir su

descomposición durante el moldeado o a facilitar el mismo, para mejorar las propiedades del polímero final. (Ver anexo Nº 3)

3.7 FUNCIONES DE LOS ENVASES EN LOS ALIMENTOS. ^{(3) (12)}

Los envases han pasado a formar parte de nuestro modo de vida cotidiano, hasta el punto que se hace difícil imaginar la comercialización de un producto “desnudo”. En muchos casos porque no es posible su manipulación sin un envase que los contenga y proteja.

Un envase es un recipiente o aquello que envuelve productos de consumo humano para conservar o transportar.

Para cumplir adecuadamente las funciones los envases deben reunir las siguientes condiciones:

- Contener el alimento
- Proteger al alimento de las acciones físicas, químicas y microbiológicas
- Conservar la calidad y salubridad del alimento
- Acondicionar el producto para la manipulación comercial
- Presentar e identificar el producto
- Informar al consumidor de las características del alimento, forma de consumo, vida útil, etc.
- Compatibilidad envase-alimento
- Adaptación a la línea de envasado
- Disponibilidad en el mercado

3.8 ENVASADO DE JUGO. ⁽³⁾

Los jugos son obtenidos por la expresión de los frutos frescos por procesos tecnológicos adecuados. El problema principal del sector industrial es lograr mantener todas las propiedades y características de los jugos naturales.

En la industria se utiliza un gran número de diferentes procesos para combatir este problema y obtener un producto de calidad de ahí la importancia de utilizar un empaque que proporcione estabilidad y mantenga las características deseables al producto.

3.9 ENVASES TETRAPACK (12) (32)

Los envases utilizados para los alimentos han ido cambiando a lo largo de los años para evitar que se vean sometidos a todo tipo de incidencias, físicas, químicas y microbiológicas, así también a factores tales como la necesidad de evitar pérdidas y desperdicios de alimentos, la creciente preocupación por la higiene y por el consumo de alimentos naturales, el deterioro del medio ambiente, etc.

Todo esto ha permitido que actualmente se dé el desarrollo a nuevo tipos de envases con el uso y la combinación de materiales industriales como papel, vidrio, hojalata, plásticos, en una progresiva evolución tecnológica, hasta llegar a la situación actual, caracterizada por una amplia y variada oferta de materiales y diseños entre los cuales podemos encontrar los envases tetrapack.

Una de las ventajas más valoradas del envase Tetrapack es que protege el alimento y lo mantiene en perfecto estado, por mucho más tiempo, sin necesidad de conservantes. Esto es posible combinando un producto estéril y un envase aséptico. El producto se esteriliza mediante el tratamiento UAT o UHT (Ultra Alta Temperatura) que elimina todas las bacterias, preservando las propiedades nutritivas del alimento.

Luego se coloca en un envase aséptico, previamente esterilizado y sin oxígeno, lo que permite conservar el alimento sin alteraciones durante un tiempo prolongado.

Los envase tetrapack han evolucionado y desarrollado diferentes características ya sea por su forma o por su número de capas pero siendo el más utilizado y conocido el envase Tetrabrik o denominado comúnmente como tetrapack el utilizado en el envasado de los jugos y néctares. (Ver anexo № 5)

3.10 COMPOSICION DEL ENVASE TETRAPACK. ⁽³²⁾

Los envases tetrapack son envases multicapa compuestos de tres materiales diferentes en 6 capas que son: 4 de polímeros, 1 de aluminio y 1 de cartón.

Las funciones de cada una de las capas son: ⁽³²⁾

- 1- **capa de polímero** es para impermeabilizar el envase, protegiendo los alimentos de la humedad atmosféricas externas.
- 2- **capa de cartón:** que le da forma, estabilidad y rigidez al envase. Es además donde se realiza la impresión del diseño.
- 3- **capa de polímero:** que permite la adhesión entre la capa de cartón y el aluminio.
- 4- **capa de aluminio:** que actúa como barrera de la luz, el oxígeno y los olores externos, siendo la capa más importante del envase, por mantener el alimento lleno de vitaminas y nutrientes.
- 5- **Capa de polímero:** que evita que el alimento este en contacto con el aluminio.

- 6- **Capa de polímero:** la cual garantiza por completo la protección del alimento manteniendo el producto fresco y en su estado natural.

3.11 PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS ENVASES TETRAPACK

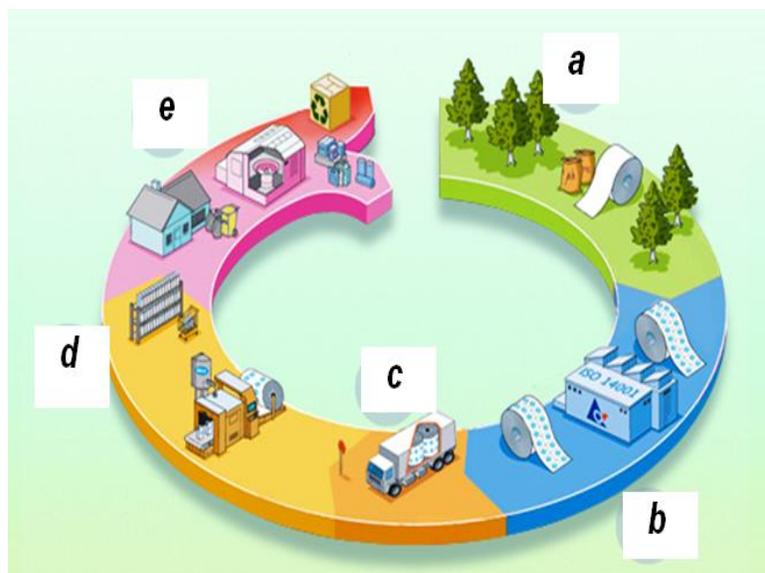


Figura Nº 6. Proceso de fabricación de envases tetrapack

3.11.1 PROCESO DE FABRICACIÓN ⁽⁶⁾ (32)

a) Materias Primas

El 73% de las materias primas que se utilizan para fabricar los envases de Tetra Pack son renovables - papel procedente de bosques en continuo crecimiento.

b) Fabricación

En la fabricación se empieza con la impresión de las láminas de cartón, en donde en primer lugar un ordenador hace los diseños exponiendo los diseños sobre placas de polímero sensibles a la luz, se colocan estas placas sobre una impresora flexográfica, durante este proceso las áreas transparentes de la película se secan y las partes no transparentes permanecen blandas y en un

proceso de enjuagado se eliminan, de esta manera quedan áreas con más relieves que más tarde durante la impresión actúan como un sello, luego estas placas de polímero se sujetan a cilindros impresores donde luego estos cilindros se colocan en la prensa de impresión para que las láminas de cartón pasen sobre estos cilindros y así obtener las láminas de cartón con las imágenes, este mismo proceso permite que las láminas de cartón sean troqueladas para que el envase se forme correctamente en la línea de envasado, luego de este proceso las láminas de cartón se hacen pasar por el laminador donde hay 2 rollos uno con láminas de aluminio y otro con película de polietileno, en donde primero se lamina la que será la parte exterior de la caja cubriéndola con polietileno, luego en la parte interior de la caja se coloca otra capa de polietileno la cual es blanda y pegajosa la cual sirve para adherirle una fina capa de aluminio y por último se coloca una capa de polietileno y el envase está terminado.

c) Transporte

Los cartones vacíos se transportan a la planta de envasado en forma de rollos ocupando un mínimo espacio.

d) Envasado

El material de envase se envía en bobinas a los productores de alimentos que envasan los productos. Se introduce la banda con los envases impresos en la máquina envasadora. La máquina forma un cilindro que se llena en continuo con el producto y unas mordazas van sellando los envases por debajo del nivel de llenado. Después la máquina termina de plegar y formar los envases. Es un proceso totalmente aséptico y controlado.

e) Mercado.

Luego son trasladados a los supermercados para ser comercializados.

3.12 IMPACTO DE LOS PLÁSTICOS. ⁽¹³⁾

La utilización de los materiales poliméricos, comúnmente plásticos, para el envasado de alimentos comenzó por los años 50's. estos han aportado diferentes características que le dan, versatilidad al envase y sobre todo en combinación con otros materiales como el papel, el cartón o el aluminio, logrando así la aparición de envases muy diversos, adaptables a las necesidades que plantea el envasado de todo tipo de alimentos.

La mayoría de los alimentos envasados pueden interaccionar en cierto grado con su envase. Los materiales plásticos no son inertes y donde se presente un contacto directo entre el alimento envasado y el contenedor plástico puede presentarse la migración de sustancias hacia el producto.

Dentro de las sustancias que pueden transferirse del plástico al material envasado se encuentran los aditivos del polímero, impurezas como monómeros, residuos de catalizadores, solventes de polimerización y de fracciones poliméricas de bajo peso molecular con el consiguiente riesgo toxicológico para los consumidores.

Todas estas sustancias se encuentran ya clasificadas dentro de las normas ya establecidas por la FDA como "food indirect additives" las cuales se mencionan como sustancias que no han sido directamente adicionadas si no que son el resultado del manejo, el empaquetamiento o el proceso para los cuales se tienen regulaciones que indica el código federal de regulación. La misma situación se establece en la Unión

Europea que igualmente ha desarrollado una regulación para este tipo de aditivos.

3.12.1 MIGRACIÓN DE SUSTANCIAS ⁽¹³⁾

Las sustancias que son transferidas al alimento como resultado del contacto o interacción entre el alimento y el material de envasado son frecuentemente referidas como migrantes y usualmente consisten de monómeros y aditivos de procesamiento agregados para darle o mejorar características deseables al envase entre los que se pueden mencionar: (Ver anexo № 3)

- **Plastificantes:** Estos pueden ayudar a la flexibilidad, la ductilidad reducen la dureza y la fragilidad como: Adipatos, citratos, ftalatos, fosfatos
- **Colorantes:** son los que le dan un color específico al polímero. se adicionan como tintes o pigmentos.
Los tintes se pueden incorporar en la estructura molecular del polímero. los pigmentos son partículas de pequeño tamaño que no se disuelven.
- **Rellenos:** se adicionan a los polímeros para incrementar las resistencias a la tracción, a la compresión, a la abrasión entre estos: Sílica, talco, óxido de zinc, carbonato de calcio, fibra de vidrio.
- **Estabilizantes:** Los estabilizadores ayudan a evitar que los polímeros se deterioren cuando se exponen a la luz, en particular a la radiación ultravioleta, y también a la oxidación ejemplos: U.V. Estearato de calcio y zinc, aceite de soya epóxicos.

La velocidad a la cual estas sustancias pueden ser desprendidas del polímero depende de varios factores tales como la naturaleza del plástico y el alimento, la naturaleza del aditivo, el tiempo de contacto y la temperatura de almacenamiento. La temperatura es un factor importante a considerar debido a que una mayor cantidad de componentes del envase y sus productos de degradación pueden migrar a los alimentos a altas temperaturas aceites de refrigeración, o disolventes químicos los cuales son utilizados durante el proceso de fabricación del polímero.

3.12.2 TIPOS DE MIGRACIÓN ⁽¹³⁾

Usualmente se divide en: Migración global y migración específica.

- La migración global es la suma de todos (usualmente desconocidos) los componentes móviles del envase transferidos al alimento, los cuales pueden o no ser de interés toxicológico e incluye sustancias que son fisiológicamente dañinas.
- La migración específica relaciona solo a uno o dos compuestos individuales e identificables ya sea con un interés toxicológico en particular o como compuestos usados en diseños experimentales para elucidar el grado o mecanismo de migración.

3.13 DEGRADACIÓN DE LOS POLÍMEROS ⁽²⁴⁾

La degradación o envejecimiento de los polímeros se refiere a los cambios que sufren estos materiales en sus propiedades al interactuar con el medio y el ambiente en que se encuentren.

Existen diferentes maneras de considerar la degradación: natural, acelerada, artificial, física y química.

Siendo de estas la física y la química la que se puede producir durante el envasado o almacenamiento de alimentos por los que son las de mayor interés para el consumidor.

- La **física** engloba a todos los fenómenos que interaccionan con los polímeros sin modificar la estructura química de los mismos; en este tipo de envejecimiento se consideran dos fenómenos: uno que implica transferencia de masa y otro en el que no la hay.
- La **química** implica la modificación estructural del material polimérico expuesto a determinadas condiciones como puede ser la luz. Temperatura en presencia o ausencia de oxígeno, disolventes, diferentes tipos de radiaciones y diversos microorganismos.

3.13.1 EFECTOS DEL PLÁSTICO Y EL MEDIO AMBIENTE. ^{(10) (26)}

La mayoría de los plásticos sintéticos no pueden ser degradados por el entorno; no se oxidan ni se descomponen con el tiempo. Hoy en día se han desarrollado plásticos degradables. El que seagradable, no significa que los materiales desaparezcan, sino que se hacen física y químicamente más pequeños, dando lugar a sustancias que pueden ser más peligrosas aún que las iniciales.

Muchos de ellos son inflamables y desprenden en algunos casos, a causa de la combustión, productos muy tóxicos que reciben el nombre de dioxinas (átomos de Cl, estables, resistentes al medio ambiente y al ser humano).

En el caso de los polímeros que se sabe que son derivados del petróleo y que se utilizan en la fabricación de envases tetrapack las investigaciones indican que algunos de sus posibles efectos en la salud podrían ser daños en la función reproductiva y en la capacidad estrogénica así como el cáncer.

Investigaciones están considerando la posible migración de sustancias debido al grado de acidez del alimento envasado así como el uso del peróxido de hidrógeno y el calor al que se ve sometido el envase para hacerlo completamente estéril.

Dentro de las sustancias que pueden causar daño están los plastificantes que son aditivos que se mezclan con algunos plásticos. Los plastificantes de uso más comunes son los derivados del ácido ftálico o ftalatos. Sin embargo, al no estar químicamente ligados a la matriz plástica, los ftalatos pueden abandonar el material y provocar daños a la salud y al ambiente. (Ver anexo N°4).

a. Ftalatos.

La mayor fuente de exposición a ftalatos es por la vía de los alimentos, debido probablemente a una alta emigración en medios orgánicos de los ftalatos contenidos en los contenedores de plástico.

Los ftalatos son usados para ligar fragancias en productos y para actuar como solventes y fijadores. Los efectos adversos para la salud incluyen interrupción hormonal, problemas reproductivos y del desarrollo, asma, nacimiento prematuro,

recuento bajo de esperma, testículos sin descender, pubertad prematura y el desarrollo de algunos cánceres.

En el ambiente la exposición potencial puede ocurrir ocupacionalmente de manera principal por inhalación, ya que durante el proceso de mezclado del PCV fundido y el plastificante, no existe una extracción adecuada de los vapores y estos se van hacia el aire haciendo que los trabajadores como la población en general inhalen el ftalato.

b. Bisfenol A (BPA)

El bisfenol A es un interruptor de hormonas que es usado para fabricar plástico policarbonato (plástico duro claro).

El bisfenol A puede encontrarse en biberones para bebé, botellas de agua y revestimientos de alimentos enlatados. Los efectos adversos para la salud incluyen cáncer de próstata, cáncer de mama, abortos espontáneos, defectos del nacimiento, pubertad temprana, recuento bajo de esperma, hiperactividad y agresividad.

3.13.2 REGULACIONES DE LOS ENVASES. ⁽²⁵⁾

La importancia de las regulaciones en los envase vienen dadas por los posibles efectos que pueden causar en la salud el uso de este tipo de materiales. En Estados Unidos las reglamentaciones para aditivos alimentarios establecen la identidad del aditivo y las condiciones de inocuidad para su uso. Frecuentemente, se incluyen

especificaciones respecto a su identidad, pureza y propiedades físicas. Para las resinas poliméricas se especifican comúnmente los límites de todas las sustancias extraíbles de la resina o artículo acabado. Cuando se estipulan tales límites, generalmente se dan los métodos analíticos y las condiciones de tiempo/temperatura del análisis. En estas regulaciones también se señala el uso de los aditivos bajo condiciones de Buenas Prácticas de Manufactura (GMP) en concentraciones que no excedan la cantidad necesario para conseguir el efecto técnico deseado.

En la Comunidad Europea las sustancias permitidas en envasado de alimentos están publicadas en la Directiva 90/128/CEE como una lista positiva con límites de migración específica (SML).

Mediante esta Directiva se ha establecido como límite de migración global válido para todo tipo de productos 10 mg/dm² de material (o 60 mg/Kg de alimento).

3.14 MÉTODO DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA

3.14.1 FUNDAMENTO TEÓRICO ⁽¹⁸⁾

La radiación infrarroja, radiación térmica o radiación IR, es un tipo de radiación electromagnética de mayor longitud de onda que la luz visible. La región infrarroja del espectro incluye la radiación con números de onda comprendidos entre los 12800 y los 10 cm⁻¹, lo que corresponde a longitudes de onda de 0.78 a 1000 μm.

Hasta la fecha, la gran mayoría de las aplicaciones analíticas se han restringido al uso de una parte de la región del infrarrojo medio

comprendida entre los 4000 y los 400 cm^{-1} (de 2.5 a 25 μm). Sin embargo en la literatura analítica actual se van encontrando un número creciente de aplicaciones de la espectroscopia infrarroja cercana y lejana.

La espectroscopia infrarroja tiene una gran aplicación en el análisis cualitativo y cuantitativo. Su principal utilización ha sido la identificación de compuestos orgánicos, que por lo general presentan espectros complejos en el infrarrojo medio con numerosos máximos y mínimos que resultan útiles al efectuar comparaciones.

Para que una molécula absorba radiación infrarroja debe experimentar un cambio neto en el momento dipolar como consecuencia de su movimiento vibratorio o rotatorio.

Cuando la frecuencia de la radiación iguala a la frecuencia de una vibración o rotación natural de la molécula, ocurre una transferencia de energía que da como resultado un cambio en la amplitud de la vibración molecular y por tanto absorción de la radiación.

El análisis por espectroscopia de absorción infrarroja se aplica principalmente en el campo de la elucidación de estructuras y en la determinación de las fuerzas de enlace, así como en los controles de calidad e identidad y para seguir procesos de reacción.

Otra utilización importante de la espectroscopia de absorción en el infrarrojo es como sistema de detección en cromatografía de gases, donde su potencial para la identificación de compuestos se combina con la notable capacidad de separación de los

componentes de mezclas complejas que presentan la cromatografía de gases.

3.15 Equipamiento: Espectrofotómetro Infrarrojo IRAffinity-1

3.15.1 Generalidades ⁽¹⁸⁾

El Shimadzu IRAffinity-1, instrumento de espectroscopia infrarroja de transformada de Fourier. Se diseña para la alta sensibilidad y los usos versátiles del IR en farmacia, industria, el ambiente, la investigación y la educación.

La sensibilidad de este sistema es alta. La razón de la relación señal/ruido, una medida para la calidad de un instrumento de FTIR, es 30000:1. Por ejemplo, con una resolución de hasta 0.5 cm⁻¹, el área de aplicación de FTIR se puede ampliar a la interpretación de las estructuras finas rotatorias de gases.

Los procesos patentados para la optimización del interferómetro, tal como ADA (alineación dinámica avanzada) y FJS aseguran la operación estable y reproductiva del instrumento. Esta es la razón por la cual el IRAffinity-1 requiere solamente tiempos cortos del calentamiento. El interferómetro es protegido contra humedad por la óptica sellada, el sistema de sequía automático y la capa protectora de humedad en el divisor de viga higroscópico.

El IRAffinity-1 se sitúa en una pequeña huella de espacio. No obstante, hay bastante sitio para un compartimiento de la muestra estándar que pueda incorporar los accesorios numerosos y, de esta

manera, ofrezca a usuarios la flexibilidad posible más grande para muchos diversos usos.

Cuando un accesorio está instalado en el IRAffinity-1, el software de IR Solution indica con el número de identificación correspondiente que el tipo se despliega y sugiere un sistema conveniente del parámetro.

El instrumento de FTIR es controlado vía PC por una conexión del USB. Especificaciones del equipo (Ver anexo № 8)

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo de estudio

El estudio realizado es de tipo experimental y transversal.

Es experimental ya que se efectuaron ensayos en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador y Transversal, debido a que la investigación se realizó en un tiempo determinado, comprendido entre agosto a octubre del año 2012, e interesa estudiar el problema en el presente.

4.2 Investigación bibliográfica

Para la elaboración de la investigación se realizó una revisión bibliográfica en:

- Biblioteca Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Universidad Alberto Masferrer.
- Internet

4.3 Investigación de campo.

- Universo:

El área de investigación se delimitó en San Salvador utilizando el sistema de posicionamiento global conocido como GPS dando como resultado 5 coordenadas en las que se encuentran los siguientes supermercados: 3 Súper Selectos ubicados en el interior del centro comercial Metrocentro San Salvador y 1 Despensa de Don Juan

ubicado en los alrededores del mismo centro comercial (Ver anexo №1). Las muestras se tomaron de los 4 supermercados, en los que previamente se realizó un sondeo visual y una encuesta dirigida a los gerentes de los supermercados para conocer las marcas en existencia de jugos y néctares en dichos supermercados. (Ver anexo №7).

- Muestra:

La toma de muestra fue dirigida al azar para cada una de las marcas; las muestras fueron 20 marcas existentes de jugos y néctares que se comercializan en los 4 supermercados seleccionados.

Se tomó 1 muestra por marca, en cada supermercado para obtener 4 veces la misma marca, aquellas marcas que no se encontraban comercializadas en los 4 supermercados (Ej. Hawallan punch), se repitió la toma de muestra en los supermercados hasta completar las 4 muestras por marca y así obtener un total de 80 muestras. (Ver anexo № 7).

4.4 PARTE EXPERIMENTAL

4.4.1 Procedimiento de análisis de polímeros por medio del espectrofotómetro infrarrojo. ⁽¹⁸⁾

A. Materiales y equipo: (ver anexo № 9)

B. Muestra a utilizar: envase de tetrapack de jugo o néctar.

C. Preparación de la muestra:

- a. Descartar el jugo o néctar que contiene el envase de tetrapack a analizar.
- b. Abrir el envase, secar y limpiar con papel toalla.
- c. Cortar una porción del envase y colocarlo en un beaker de 400.0 mL con agua.

- d. Calentar el contenido del beaker durante 10 minutos en un hot plate con agitador magnético para facilitar el desprendimiento de la capa de cartón.
- e. Retirar la muestra del agua caliente utilizando pinzas y proceder a retirar los restos de la capa de cartón de la muestra que quedan después de la agitación.
- f. Realizar un leve estiramiento de la muestra sujetándola por los extremos hasta lograr agrietar la capa de aluminio con cuidado de no romper la capa de polímero
- g. Observar la capa de polímero que queda al estirar la muestra para conseguir la abertura suficiente que de paso a la radiación térmica del equipo.
- h. Colocar la muestra en el porta muestra.

D. Operación del equipo.

- a. Encender el equipo presionando el botón negro ubicado en el lado inferior derecho.
- b. Encender la computadora y dejar que cargue el sistema operativo Windows XP.
- c. Presionar doble click derecho del raton en el icono del programa **IR Solution** y aparece en la pantalla principal.
- d. Conectar el programa con el equipo seleccionando el comando **Measurement –inicializar**.
- e. Aparecerá en pantalla una ventana donde se pregunta si se desea remover el último espectro correspondiente al blanco (aire). Seleccionar que sí, para leer el blanco.

E. Lectura del blanco:

Nombrar el blanco y seleccionar el comando **BKG**, aparece una ventana que nos indica que se prepare el compartimiento

(verificar que éste se encuentre vacío) y dar Click en aceptar. En la pantalla se observa el espectro del aire.

F. Obtener el espectro de la muestra:

Colocar la muestra preparada en el compartimiento para muestra, nombrarla y seleccionar el comando **Sample**.

Aparecerá en pantalla el espectro de la muestra.

G. Búsqueda de espectros en la biblioteca.

Con el fin de comparar e identificar el espectro obtenido se hace una búsqueda en la biblioteca de espectros que posee el programa. Seleccionar el comando **Search –Spectrumsearch**, el programa compara el espectro obtenido con los almacenados en la biblioteca identificando de esta forma el compuesto bajo análisis.

H. Impresión del espectro obtenido:

- a. Generar una vista previa del espectro de las muestras y de las referencias.
- b. Seleccionar plantilla
- c. Click en imprimir
- d. Establecer en porcentaje los polímeros encontrados en las diferentes muestras analizada.

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Previo a la identificación de los polímeros se realizó la delimitación en la zona de San Salvador utilizando el Sistema de Posicionamiento Global conocido por sus siglas en inglés como GPS obteniéndose cinco coordenadas donde, se localizaron 3 Súper Selectos ubicados en el interior del Centro Comercial Metrocentro San Salvador y 1 Despensa de Don Juan ubicado en los alrededores del mismo centro comercial que comercializan las diferentes marcas de jugos y néctar.

Para establecer la toma de muestra se realizó un sondeo previo de forma visual, así también encuesta a cada uno de los gerentes de dichos supermercados en donde se observó que existen 20 marcas diferentes de jugos y néctares, y que no todas las marcas se encuentran distribuidas en los 4 supermercados seleccionados. Se recolectó 1 muestra por marca, en cada supermercado para obtener 4 veces la misma marca y aquellas que no se encontraban comercializadas en los 4 supermercados (Ej. Hawallan punch), se repitió la toma de muestra en los supermercados hasta completar las 4 muestras por marca y así obtener un total de 80 muestras. (Ver anexo Nº 7). Los códigos que se les asignó a cada muestra se realizó abreviando el nombre de cada marca bajo el criterio personal de las analistas agregándoles un número con el propósito de realizar una comparación entre las muestras de las mismas marcas para conocer si existía alguna diferencia entre ellas.

El polímero identificado en los espectros de las muestras es el polietileno de baja densidad y en el cual se logró diferenciar 2 subtipos como el polietileno de muy baja densidad (VLDPE) y el polietileno de baja densidad lineal (LLDPE);

así también el poliisopreno (PIP) los cuales están siendo empleado en la elaboración de los envases analizados.

En los espectros de las muestras analizadas se encontraron picos comprendidos entre los 2500 a 2000 nm los cuales podrían ser según investigación bibliográfica grupos alcanos, alquenos, anhídridos, iminas o aditivos del polímero los cuales podrían causar efectos en la salud, es por ello que cabe mencionar que se debe tener un control de la temperatura en el área de almacenamiento y transporte de dichos envases ya que la temperatura es un factor muy importante, debido a que si se alcanzan temperaturas superiores a 60°C puede reblandecer el material polimérico y provocar liberación de sustancias toxicas dañinas a la salud. (Ver anexo Nº 2). ⁽²⁸⁾

Los resultados de los análisis se reportan tomando en cuenta el orden propuesto por los objetivos.

- **En cuanto al Análisis de las muestras recolectadas por medio del método de espectrofotometría infrarroja. (Ver anexo Nº 9).**

Se analizaron en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, utilizando el Espectrofotómetro Infrarrojo IRAffinity-1 del fabricante Shimadzu, para la obtención de los espectros del polímero que constituye cada muestra.

Los resultados obtenidos se expresan en la tabla N° 1, en la misma se observa el código, la marca, el lote de producción, la fecha de vencimiento y el resultado del tipo de polímero identificado por el equipo.

TABLA N°1 Resumen del tipo de polímero identificado en las 80 muestras analizadas.

CODIGO	MARCA	LOTE	FECHA DE VENCIMIENTO	TIPO DE POLIMERO
ADS 1	Ades	2091C7F	31 ENE 2013	LDPE
ADS 2	Ades	1352A7F	18 OCT 2012	VLDPE
ADS 3	Ades	2107C-5F 00:59	16 FEB 2013	VLDPE
ADS 4	Ades	2107C-5F 00:53	16 FEB 2013	LDPE
CF 1	California	DZ01D12C	ABR 2013	VLDPE
CF 2	California	PF1SK11B22:18	21 NOV 2012	LLDPE
CF 3	California	CF02L11C 16:47	02 DIC 2012	VLDPE
CF 4	California	DZ01D12C	01 ABR 2013	VLDPE
CHF 1	Chupi frut	S12D18L4	18 ABR 13	LDPE
CHF 2	Chupi frut	LSI2B14L4	14 FEB 13	VLDPE
CHF 3	Chupi frut	S12E29L4 12:09	29 MAY 2013	VLDPE
CHF 4	Chupi frut	S12F13L4 01:35	13 JUN 13	VLDPE
DKL 1	Ducal	19:48054I	18 AGO 13	LDPE
DKL 2	Ducal	02:59 254E	MAY 13	LDPE
DKL 3	Ducal	01:09 164R	MAY 13	LDPE
DKL 4	Ducal	23:50 096J	MAY 2013	LDPE
DM 1	Del Monte	09MAY12-05:192	09 MAY 13	LLDPE
DM 2	Del Monte	23MAR1200:085	23 MAR 13	VLDPE
DM 3	Del Monte	22MAR 1223:595	22 MAR 13	LDPE
DM 4	Del Monte	24FEB 12-12:522	24 FEB 2013	LDPE
FC 1	Fun C	13:22 235P	ABR 2013	VLDPE
FC 2	Fun C	13:22 235P	ABR 2013	VLDPE
FC 3	Fun C	05:32 205F	MAY 2013	VLDPE
FC 4	Fun C	08:25 185F	MAY 2013	LDPE
FMAX 1	Fruti Max	02G00:06	07 JUL 2013	VLDPE
FMAX 2	Fruti Max	03GG 05:50	07 JUL 13	VLDPE
FMAX 3	Fruti Max	01G 03:24	06 JUL 2013	LDPE
FMAX 4	Fruti Max	03G 05:50	07 JUL 13	LDPE
FVITA 1	Fru Vita	N07E00:46	23 AGO 13	LLDPE
FVITA 2	Fru Vita	N05E18:50	18 ABR 2013	LDPE
FVITA 3	Fru Vita	NO4E06:47	17 AGO 13	LDPE
FVITA 4	Fru Vita	HO5E18:50	18 ABR 13	LDPE
HWN 1	Hawallan Punch	20:26	16 NOV 12	LDPE
HWN 2	Hawallan Punch	20:26	16 NOV 2012	VLDPE
HWN 3	Hawallan Punch	AB13 20:26	16 NOV 12	VLDPE
HWN 4	Hawallan Punch	AB 1020:26	16 NOV 2012	LDPE
HIC 1	Hi C	L1LB19:36	09 OCT 12	VLDPE
HIC 2	Hi C	B09:08	30 SEP 12	VLDPE
HIC 3	Hi C	LB 22:52	01 OCT 2012	LLDPE
HIC 4	Hi C	L2 LB 18:45	31 OCT 12	VLDPE
JMX 1	Jumex	S12A25L3	25 MAY 13	VLDPE
JMX 2	Jumex	17ENE12-03	17 NOV 13	LDPE
JMX 3	Jumex	S12425L313:49	25 MAY 13	LDPE
JMX 4	Jumex	S12E21L5	21 SEP 13	LDPE
KRS 1	Kern's	2631:MAY24	13 JUL 2014	PIP
KRS 2	Kern's	16:16 276J	DIC 2012	LDPE

TABLA N°1 Continuación.

CODIGO	MARCA	LOTE	FECHA DE VENCIMIENTO	TIPO DE POLIMERO
KRS 3	Kern's	23:38 236J	FEB 2013	LDPE
KRS 4	Kern's	15:23 0761	20 MAY 13	LDPE
MLL 1	Maravilla	04MAY1213:355	04 MAY 13	LDPE
MLL 2	Maravilla	27ABR12 05:365	27 ABR 13	VLDPE
MLL 3	Maravilla	17MAY12 02:135	17 MAY 13	LDPE
MLL 4	Maravilla	17 MAY 12 02:135	17 MAY 13	LDPE
NTS 1	Naturas	16FEB1209:195	16 FEB 14	LLDPE
NTS 2	Naturas	21 ABR1202:065	21 ABR 14	LDPE
NTS 3	Naturas	13 12:25	08 FEB 14	VLDPE
NTS 4	Naturas	15 FEB 12 05:255	15 FEB 14	VLDPE
PADIS 1	Paradise	04108:02	09 FEB 13	VLDPE
PADIS 2	Paradise	32 08:26	31 MAY 13	LDPE
PADIS 3	Paradise	20:22	12 JUL 13	VLDPE
PADIS 4	Paradise	041 08:02	09 FEB 13	LDPE
PT 1	Petit	19:48 054I	17 MAR 2013	VLDPE
PT 2	Petit	M207612D 00:31	07 JUL 2013	LLDPE
PT 3	Petit	PR14C12B 18:39	14 MAR 13	VLDPE
PT 4	Petit	PI11129 10:07	11JUN 2013	LDPE
SP 1	Sipi	18MAY12-12:441	18 MAY 13	LDPE
SP 2	Sipi	17MAY 12:21:022	17 MAY 13	VLDPE
SP 3	Sipi	18MAY12-12:441	18 MAY 13	LDPE
SP 4	Sipi	19 MAY 12-03:032	19 MAY 13	LDPE
SOL 1	Solaris	01J11:15	25 OCT 2012	LDPE
SOL 2	Solaris	16 MAY 12:22 43P	16 MAY 13	LDPE
SOL 3	Solaris	02A06:45	28 ENE 13	LDPE
SOL 4	Solaris	01A 01:02	14 ENE 13	LLDPE
V8S 1	V8 Splash	P042812	28 ENE 2013	LLDPE
V8S 2	V8 Splash	P 042612	26 ENE 2013	LLDPE
V8S 3	V8 Splash	GUA YMZ ED 15:13	17 NOV 12	LDPE
V8S 4	V8 Splash	PO31712 GUA BTZ EF11:41	17 DIC 2012	VLDPE
ZR 1	Zero	L4LBOO:34	08 ENE 13	VLDPE
ZR 2	Zero	14 ABR 12 00:24	14 ABR 13	VLDPE
ZR 3	Zero	L4 LB00:35	03 ENE 13	LDPE
ZR 4	Zero	L4 LB 04:41	29 DIC 12	LDPE

- **Con respecto a la comparación de los espectros obtenidos de las muestras analizadas, con los espectros de polímeros que posee el banco de datos del equipo.**

Los espectros obtenidos de cada una de las muestras se compararon con los espectros de trabajo del banco de datos del espectrofotómetro Infrarrojo, con el propósito de identificar el polímero que se encuentra

presente en cada una de las muestras analizadas y en listados en los resultados de la tabla Nº1.

A continuación se muestran algunos de los espectros obtenidos durante el análisis de los 80 envases de jugos y néctares, que representan los tipos de polímeros según la clasificación del polietileno de baja densidad, obtenidos de la capa interna del envase tetrapack por medio del Espectrofotómetro Infrarrojo abarcando un rango de los 4000 a los 400 cm^{-1} .

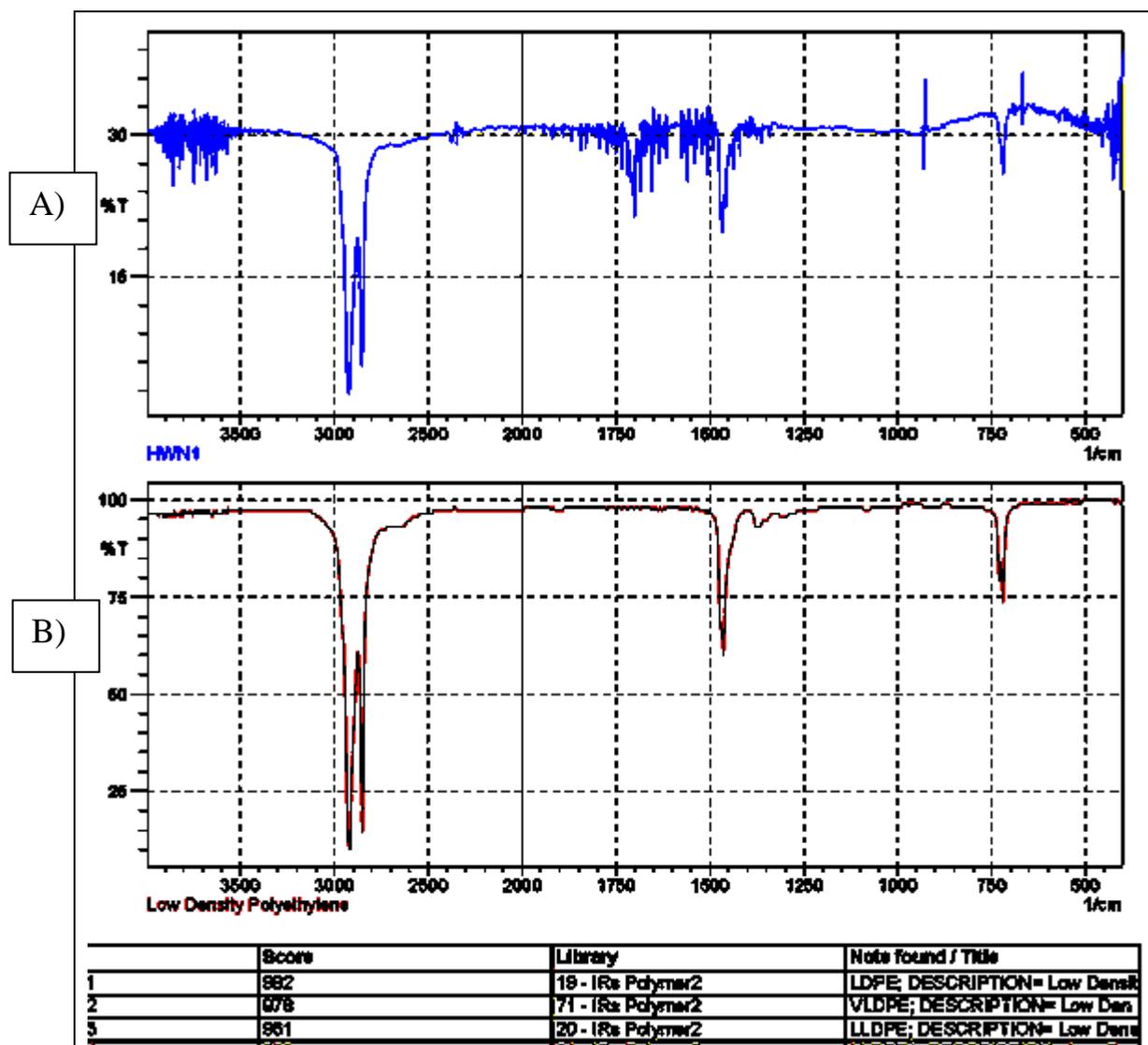


FIGURA N°7. ESPECTRO DE LA MUESTRA HAWALLAN PUNCH HWN1 COMPARADO CON EL ESPECTRO DEL BANCO DE DATOS DEL EQUIPO.

El espectro de la muestra A) Hawallan punch HWN1, fue identificado mediante la comparación de los espectros de trabajo que se encuentran en el banco de datos del equipo, dando como resultado la identificación de un B) Polietileno de Baja Densidad.

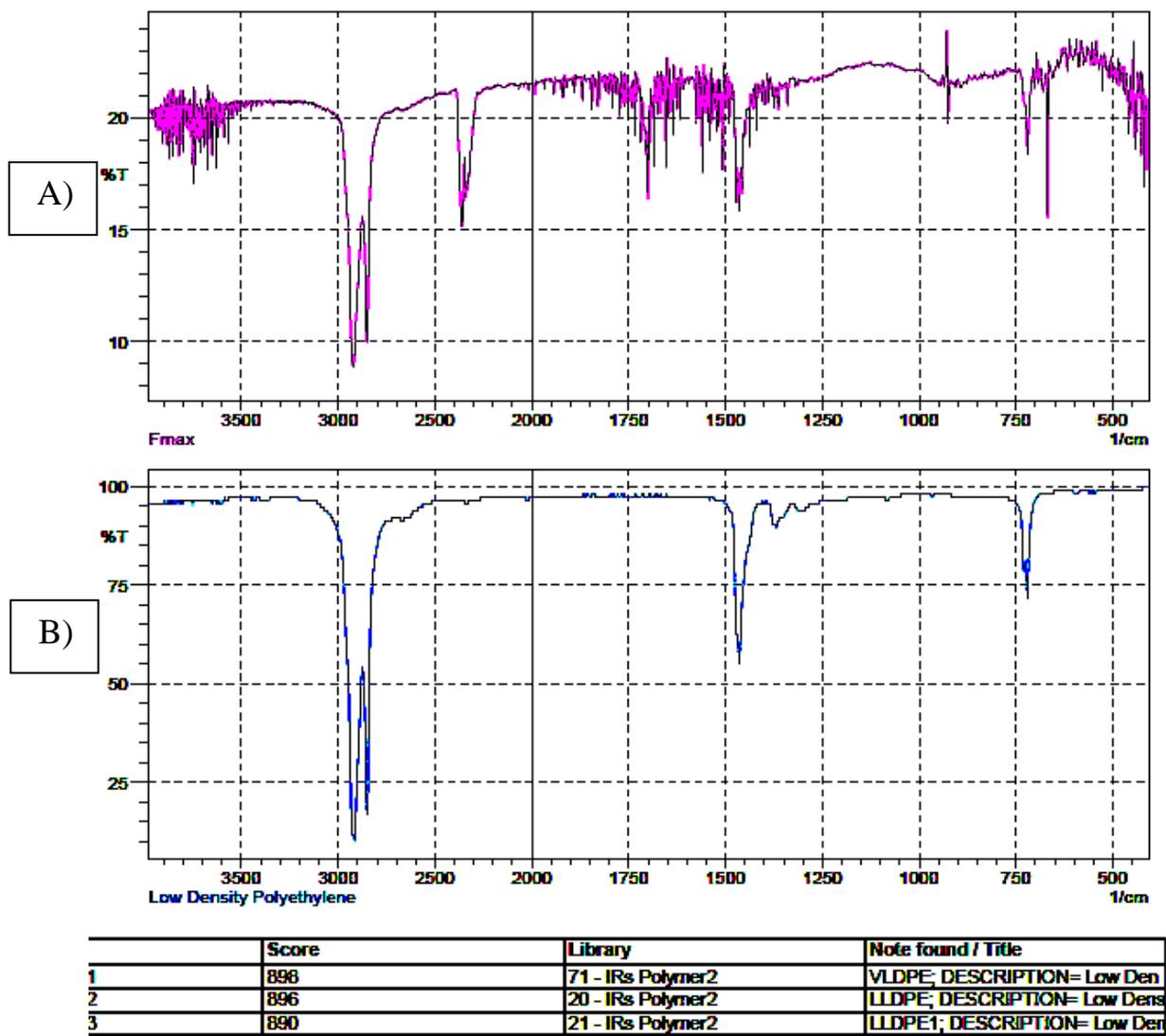


FIGURA N°8. ESPECTRO DE LA MUESTRA FRUTI MAX FMAX2 COMPARADO CON EL ESPECTRO DEL BANCO DE DATOS DEL EQUIPO.

El espectro de la muestra A) Fruti Max FMAX2, fue identificado mediante la comparación de los espectros de trabajo que se encuentran en el banco de datos del equipo, dando como resultado la identificación de un B) Polietileno de Muy Baja Densidad, el cual es uno de los subtipos del Polietileno de Baja Densidad.

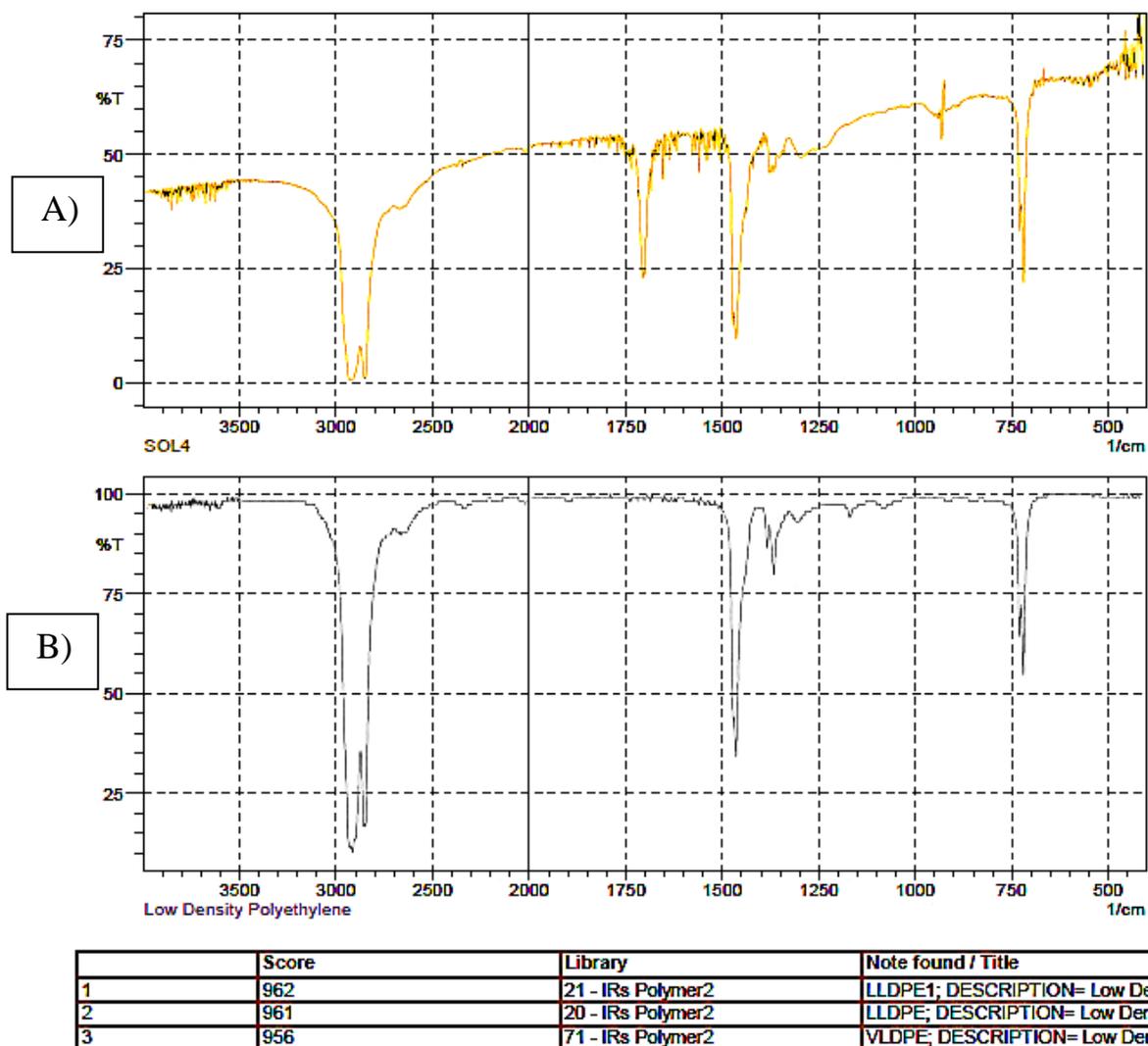
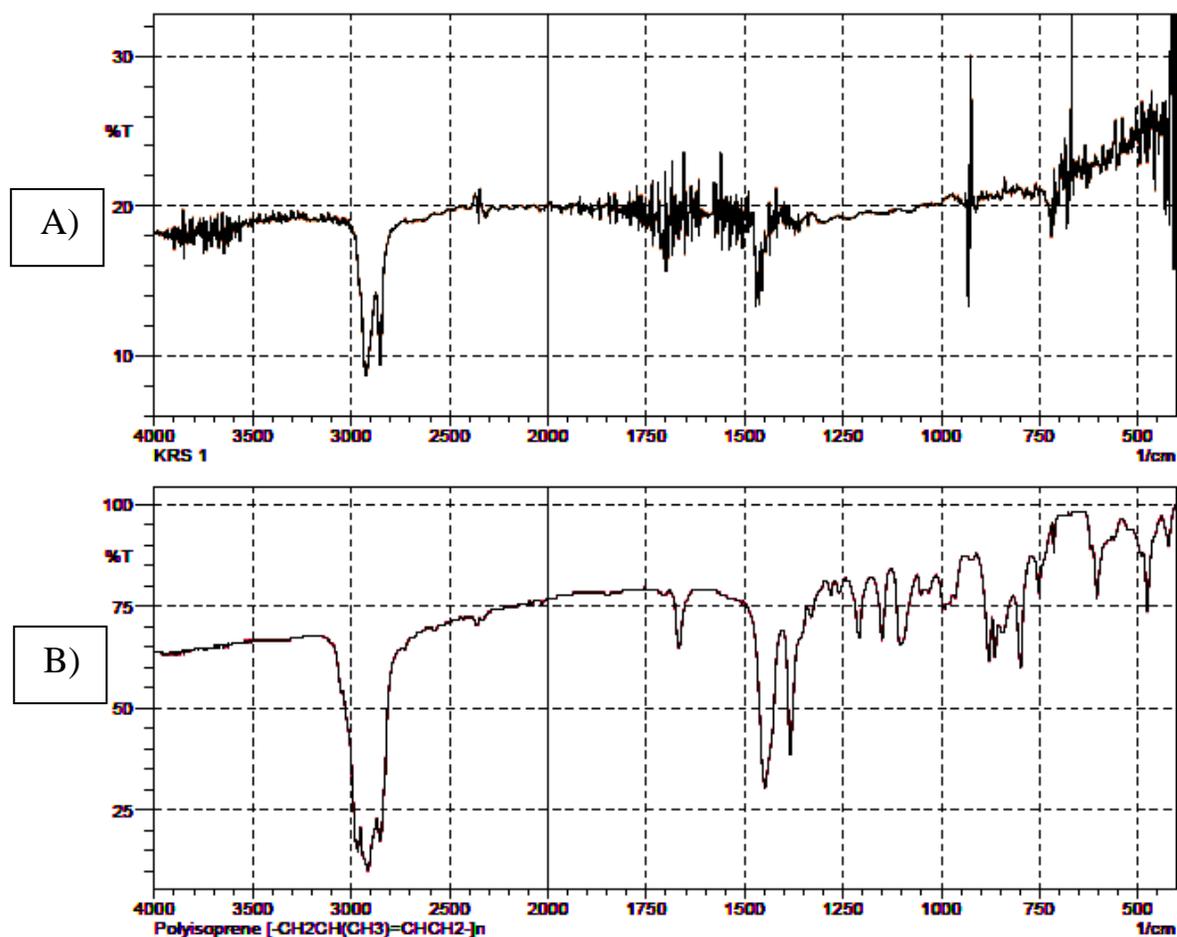


FIGURA N°9. ESPECTRO DE LA MUESTRA SOLARIS SOL4 COMPARADO CON EL ESPECTRO DEL BANCO DE DATOS DEL EQUIPO.

El espectro de la muestra A) Solaris SOL4, fue identificado mediante la comparación de los espectros de trabajo que se encuentran en el banco de datos del equipo, dando como resultado la identificación de un B) Polietileno de Baja Densidad Lineal, el cual es uno de los subtipos del Polietileno de Baja Densidad.



	Score	Library	Note found / Title
1	808	48 - IRs Polymer2	PIP; DESCRIPTION= Polyisoprene
2	795	21 - IRs Polymer2	LLDPE1; DESCRIPTION= Low Den
3	795	20 - IRs Polymer2	LLDPE; DESCRIPTION= Low Dens

FIGURA N°10 ESPECTRO DE LA MUESTRA KERN'S KRS1 COMPARADO CON EL ESPECTRO DEL BANCO DE DATOS DEL EQUIPO.

El espectro de la muestra A) Kern's KRS1, fue identificado mediante la comparación de los espectros de trabajo que se encuentran en el banco de datos del equipo, dando como resultado la identificación de un B) Poliisopreno, el cual es diferente a los demás espectros de la muestra.

- **Con respecto a la selección del tipo de polímero más utilizado en la elaboración de este tipo de envase.**

De los resultados obtenidos de las muestras analizadas por el método espectrofotométrico infrarrojo, se demostró que el polímero principalmente utilizado en la elaboración de este tipo de envases es el polietileno de baja densidad (LDPE) según se observa en la figura N°11, su espectro presentaba el mayor porcentaje identificado en todas las muestras analizadas y a su vez se encontró que algunos envases utilizan otras subclasificaciones.

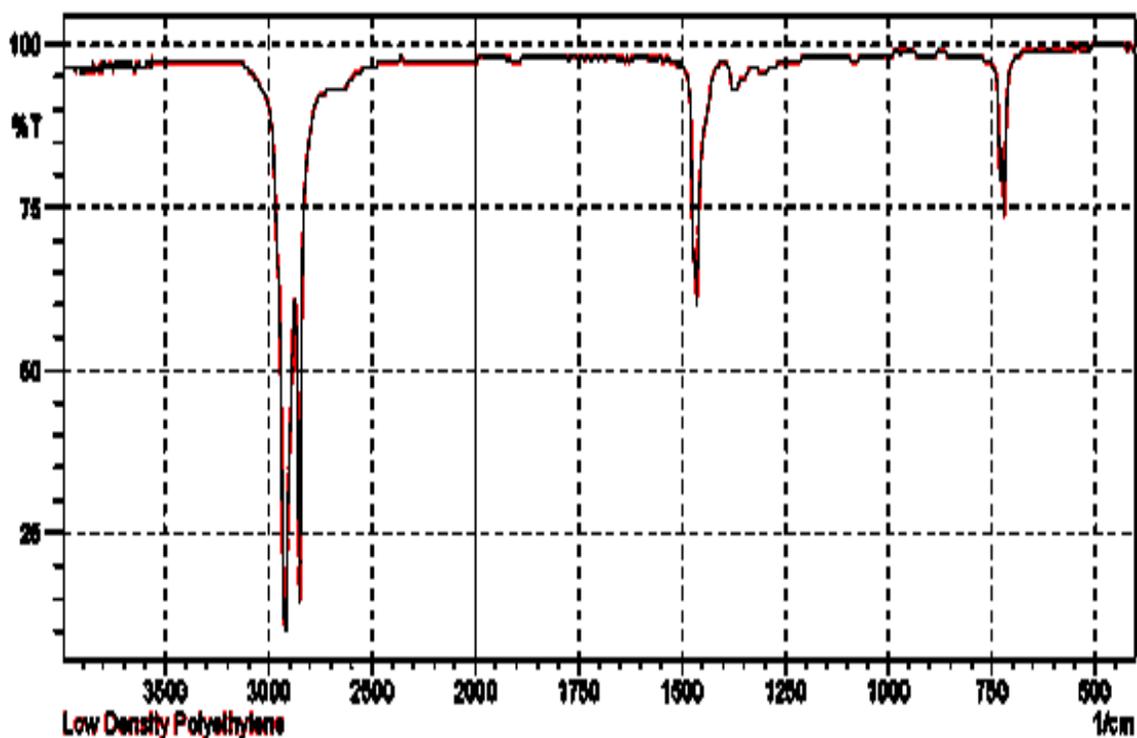


FIGURA N°11. ESPECTRO DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (LDPE).

Las subclasificaciones de los polímeros identificados por el espectrofotómetro infrarrojo de transformada de fourier están: Polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) y Polietileno de muy baja densidad

(VLDPE). Así mismo se identificó durante el análisis el Poliisopreno (PIP) el cual presentó el menor porcentaje de las muestras analizadas.

- **Con respecto a la determinación en porcentaje del polímero o los polímeros que están siendo utilizados en las diferentes muestras que se analizaron.**

Las muestras analizadas se compararon con los patrones de la biblioteca de espectros digital en la computadora que acompaña al equipo.

Los resultados de la comparación realizada se muestran en la tabla N° 2.

Los cálculos realizados para obtener el porcentaje es el siguiente:

Para:

Polietileno de Baja Densidad (LDPE) 39 muestras

80 muestras ----- 100%

39 muestras ----- X

$$X = 49\%$$

Poliisopreno (PIP) 1 muestra

80 muestras ----- 100%

1 muestra ----- X

$$X = 1\%$$

Polietileno de Muy Baja Densidad (VLDPE) 31 muestras

80 muestras ----- 100%

31 muestras ----- X

$$X = 39\%$$

Polietileno de Baja Densidad Lineal (LLDPE) 9 muestras

80 muestras ----- 100%

9 muestras ----- X

$$X = 11\%$$

TABLA N°2. RESUMEN DEL PORCENTAJE DEL TIPO DE POLÍMERO MÁS UTILIZADO EN LAS 80 MUESTRAS ANALIZADAS.

TIPO DE POLIMERO IDENTIFICADO	CANTIDAD	PORCENTAJE DE TIPO DE POLIMERO
Poliétileno de Baja Densidad (LDPE)	39	49%
Poliétileno de Muy Baja Densidad (VLDPE)	31	39%
Poliétileno de Baja Densidad Lineal (LLDPE)	9	11%
Poliisopreno(PIP)	1	1%
TOTAL	80	100%

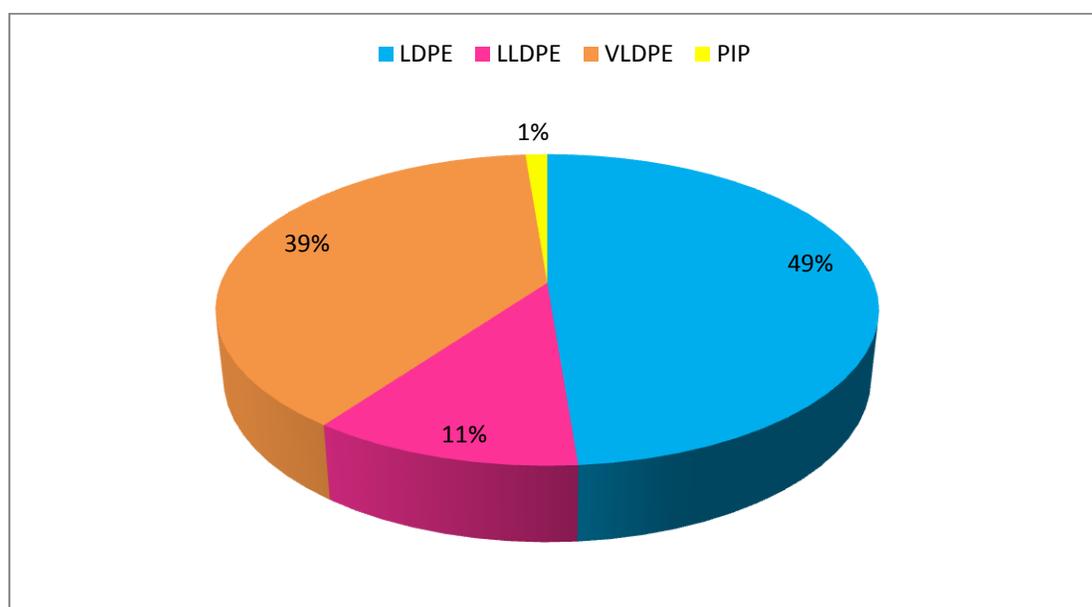


FIGURA N°12. GRAFICO DEL TIPO DE POLÍMERO MÁS UTILIZADO EN LAS 80 MUESTRAS ANALIZADAS.

Los espectros obtenidos comprueban la presencia del polietileno de baja densidad (LDPE) en un 49% en la fabricación de estos envases lo cual es acorde a lo que se había establecido previamente en la investigación bibliográfica y que su uso es considerado seguro para el consumidor, a su vez se establece como seguro el uso de las 2 subclasificaciones que son el polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) la cual se encontró en un

11% y el polietileno de muy baja densidad (VLDPE) con un 39% las cuales se están utilizando por presentar una mayor resistencia.

En el caso del Poliisopreno (PIP) se encontró en un 1% y no se conoce que este tipo de polímero sea utilizado para el almacenamiento de alimentos. ⁽²²⁾

- **Dar a conocer los posibles daños que podrían causar a la salud del consumidor y el medio ambiente con respecto al uso de los polímeros identificados.**

El polietileno de baja densidad se considera seguro, debido a que no es tóxico e inerte al contenido; pero si se expone a temperaturas superiores a los 60°C se pueden originar descomposiciones del material polimérico, produciendo la migración de sustancias aditivas hacia el producto que pueden ser nocivas para la salud (Ver Anexo № 2); a su vez algunas bibliografías establecen que la exposición a radiaciones ultra violeta o sustancias de naturaleza ácida pueden llegar a originar el mismo efecto migratorio. Por lo que se considera necesario que se realicen más investigaciones sobre este tipo de materiales.

Otra consideración sobre este tipo de polímero es que por el momento las regulaciones que se le dan a estas películas no son establecidas por las normativas de todos los países usuarios de este tipo de envases lo que puede dar lugar a un mal proceso del seguimiento de control de calidad en la elaboración del envase y que no se cumpla con las características que son necesarias para darle seguridad al alimento. Esto se evidenció en la investigación que se realizó previamente al desarrollo de la parte experimental, ya que las regulaciones que se siguen por los países consumidores o productores de este tipo de envases, son las establecidas por la Unión Europea o las establecidas por la FDA. Lo anterior se considero importante de mencionar ya que al momento de realizar el

análisis algunas muestras eran más fáciles de separar de la capa de aluminio por su resistencia al estiramiento, mientras que otras eran más frágiles y se rompían fácilmente lo que podría indicar que no todas las películas presentan la misma resistencia o grosor de capa polimérica, o que el tipo de polímero empleado en esta película no presenta las mismas características de resistencia, lo que puede llegar a ser un riesgo si existe contacto con la capa de aluminio o filtración de sustancias, por lo que se considera se debe seguir investigando sobre este tipo de envases o los polímeros empleados en la fabricación de dichos envases.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. El método analítico de espectroscopia infrarroja para el análisis de polímeros, es uno de los más confiable en la identificación de compuestos orgánicos, ya que permite establecer características cualitativas e identifican la estructura química, proporcionando un espectro característico para cada tipo de polímero.
2. En la identificación del polímero utilizado para la elaboración de envases tetrapack, se demostró que el polímero más empleado en la fabricación de dichos envase es el polietileno de baja densidad, del cual se diferencian 2 subtipos: Polietileno de muy baja densidad (VLDPE) y Polietileno de baja densidad lineal (LLDPE).
3. La película del polímero interna en envases tetrapack es el polietileno de baja densidad, ya que se encuentra presente en un 99% de las 80 muestras analizadas.
4. Un factor de riesgo en el uso del polietileno de baja densidad es la temperatura, debido a que es un material delgado, si la temperatura excede más de los 60°C el material polimérico podría sufrir un reblandecimiento y aquellos alimentos que se encuentran en contacto directo con el envase pueden sufrir la migración de sustancias del envase al producto. ⁽¹⁴⁾
5. El polietileno de baja densidad se considera seguro en la utilización de películas en envases para alimentos por ser el más estable y resistente,

pero sensible a altas temperatura por lo que los subtipos de polímero conocidos como VLDPE y LLDPE están siendo utilizados por presentar mejores características de resistencia al calor y al agrietamiento así como mejores propiedades cristalinas.

6. Las materias primas en la actualidad para la elaboración de envases para alimentos, promueven el uso de polímeros novedosos, no derivados del petróleo, los cuales son más seguros en el uso de envasado de alimentos y al mismo tiempo menos dañinos para el medio ambiente.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. A los consumidores se les debe proporcionar la información adecuada sobre los polímeros que están siendo utilizados actualmente en la fabricación de estos envases, ya que se consideran seguros, por mantenerse estables a condiciones normales de temperatura y por mantener el alimento alejado de los agentes externos.
2. Seguir investigando nuevos métodos de análisis así como la estabilidad de los mismos, debido a las nuevas modificaciones químicas que se realizan para hacerlos más resistentes a si como a las variaciones de temperatura y al medio en que se encuentren en contacto.
3. Capacitar a los proveedores de envases, sobre el almacenamiento y transporte para que puedan mantener una temperatura menor de 60°C, ya que el sobrecalentamiento provoca un rompimiento y se liberan sustancias tóxicas que afectan la salud. ⁽¹⁴⁾
4. Realizar investigaciones en otros trabajos de graduación con respecto a los espectros de las muestras, sobre todo en los picos que están en el rango de 2500 a 2000nm, ya que estos podrían ser algunas sustancias nocivas para la salud.
5. Que deben las autoridades de salud realizar un control de calidad en las empresas que elaboran este tipo de envases, ya que no todas las marcas presentan la misma resistencia al ser sometidas a estiramiento, esto lo que puede indicar que el grosor de la capa polimérica no es la

misma para todas las marcas, esto podría traer riesgos en la salud del consumidor por ser menos resistentes o por dejar en contacto directo el producto con el aluminio del envase.

6. Que las autoridades de Medio ambiente, realicen o fomenten un método para la separación de las diferentes capas que componen este tipo de envases, debido a que se requiere de procesos especiales para la separación completa de las capas para ser reutilizados.
7. La eliminación de estos envases no deben realizarse a cielo abierto, ya que la capa de aluminio puede contaminar directamente los estratos internos del suelo y llegar a mantos subterráneos.
8. Que el Organismo Salvadoreño de Normalización, establezca normativas nacionales sobre el uso de este tipo de envases, que garanticen características que deben cumplir los envases tetrapack, para el uso en alimentos específicos y verificar así que las empresas cumplan con las normas establecidas por la FDA o el Codex Alimentarius.

BIBLIOGRAFIA

1. Avelar Nieto, A; Ayala Gómez, G. M; Diseño de un sistema de gestión de calidad basado en la seguridad alimentaria para la industria de jugos naturales (naranja y limón) y agua de coco; Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador; Noviembre 2006.
2. Agrisuelas Vallés, J; Síntesis y caracterización de polímeros electroactivos en sistemas multicapas; Universidad de València. Departamento de Química Física, España; Febrero 2008.
3. Alvarez Gaspar, J. J; Angulo Sandoval, J. E; Tapia Elera, Domenica A. Envasado y Embalaje de Jugo de Naranja o Zumo de Naranja. Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres. 2010.
<http://33gusmp.pbworks.com/f/Trabajo+de+Investigacion+Operativa+1.docx>.
Págs. 4, 7, 8 y 11.
4. Borja Orantes, J. M; Hernández, S. J; Recopilación Bibliográfica de materiales de envase primario, secundario y terciario para las formas farmacéuticas líquidas, sólidas y semisólidas. Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador; 2006 Págs. 45.
5. Calderón Martínez, M. N; Meneses Herrera, A. S; Quintanilla Sánchez, A. E; Evaluación técnica de alternativas para el reciclaje y reutilización de los empaques laminados de polipropileno y polipropileno metalizado; Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador; Septiembre de 2011. Págs. 63.

6. Cartón ¡naturalmente! YouTube; [Acceso: 3 de Abril de 2012]; Disponible en: http://www.youtube.com/watch?v=_Hp5AbeyIDw
7. Cheremisinoff, N. P. Polymer Characterization, Laboratory Techniques and Analysis, Edicion 1996 Noyes Publications
8. Clasificación de los polímeros; [Acceso: 7 de Marzo de 2012]; Disponible en: <http://polimerosquimicos.blogspot.com/2008/03/clasificacin-de-los-polmeros.html>
9. CODEX alimentarius; [Acceso: 12 de Abril de 2012]; Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es
10. Cuidado Infantil Eco- Saludable; Estados Unidos; [acceso: 8 de marzo de 2011]; Plásticos y juguetes de plástico; [Nº de págs. 2]; Disponible en: <http://www.oconline.org/resources/livinggreen/pdfs/translated-eco-healthy-tips/spanish/SP%20Plastics%20%20Plastic%20Toys.pdf>
11. Fabricación del plástico; [Acceso: 18 de abril de 2012]; Disponible en: <http://aula2.elmundo.es/aula/laminas/lamina1079604910.pdf>
12. Funciones de los envases; [Acceso: 13 de abril de 2012]; Disponible en: http://www.ambienteecologico.com/ediciones/alimentos/005_Alimentos_SAG_yP_Envases.php3
13. Graciano Verdugo, Abril Z; Migración de Envases Plásticos hacia Alimentos; A.C. Hermosillo; [Acceso: 12 de Abril de 2012] Disponible en: <http://www.alfaeditores.com/bebidas/Feb%20-%20Mar%2005/Migracion.htm>

14. Iraheta Rivera, S. I; HuaLin, K; Caracterización de los polímeros utilizados para envasar agua en presentación de bolsa que se comercializan en el interior y los alrededores de la Universidad de El Salvador por Espectrofotometría Infrarroja. Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador; Febrero de 2012.
15. Lima Sagastume, A. B; Munguía Ayala, H. E; “Evaluación de tres tipos de empaques en la conservación de las características de calidad de la Lechuga (*Lactuca sativa* L.), durante el almacenamiento”. Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador; Febrero 2009.
16. López Carrasquero, F; Fundamento de polímeros; Edición 2004; VI Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química Mérida, del 05 al 10 de Diciembre de 2004; [Nº de págs.10] Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16700/1/polimeros.pdf>; Págs. 6, 24-26, 50–53, 56.
17. Meneses, J; Corrales, C. M; Valencia, M; Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del Almidón de Yuca; Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia); 2007.
18. Manual de Química Analítica III/ FQF/UES 2012; Práctica N°5 Espectroscopia de Absorción en el Infrarrojo; págs. 53-58.
19. Manual de normas de calidad de envase y empaques; [Acceso: 23 de Abril de 2012]; Disponible en: <http://www.liconsa.gob.mx/innovaportal/file/1340/1/man-nor-cal-env-emp-hist.pdf>

20. Normas para néctares; [Acceso: 21 de febrero de 2012]; Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/37226560/Normas-Para-Nectares>
21. Pineda Guzmán Chevez, M. E; Recopilación bibliográfica de cuatro materiales de empaque plásticos; Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador; Marzo 1998. Págs. 3 – 4.
22. Poliisopreno [Acceso: 14 de Octubre de 2012]: Disponible en: http://www.theta-doradztwo.pl/userfiles/file/MSDS_przyklady/Karta%20charakterystyki%20substancji_ES.pdf
23. Polietileno de muy baja densidad [Acceso: 14 de Octubre de 2012] Disponible en: <http://plastics.inwiki.org/VLDPE>
24. Polímeros; [Acceso: 25 de febrero de 2012]; Disponible en: http://pdf.rincondelvago.com/polimeros_9.html; Págs. 6, 7, 14, 15, 16, 17.
25. Regulaciones para envases de alimentos; [Acceso: 18 de abril de 2012]; Disponible en: http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/calidad/req_ue.p
26. Revista Internacional de Contaminación Ambiental; [Acceso: 19 de abril de 2012]; Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/370/37017405.pdf>; Págs. 210-211.
27. Rodríguez, E; Mejía de Gutiérrez, R; Bernal, S; Gordillo, M; Síntesis y caracterización de polímeros inorgánicos obtenidos a partir de la activación alcalina de un metacaolín de elevada pureza; Universidad Del Valle, a.a. 2188, Cali, Colombia; Julio 2009.

28. Shriner, R. L; Fuson, R. C; Curtin, D. Y; Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos, Noriega; Editorial Limusa; Pág. 202 y 203.
29. Wikipedia; Aditivos para plásticos; [Acceso: 27 de marzo de 2012]; Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Aditivos_para_pl%C3%A1stico
30. Wikipedia; Bisfenol A; [Acceso: 14 de marzo de 2012]; Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Bisfenol_A
31. Wikipedia; Clasificación de los polímeros; [Acceso: 6 de Marzo de 2012]; Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero>
32. Wikipedia; Envases de Tetrapack; [Acceso: 2 de Abril de 2012] Disponible en: http://www.tetrapak.com/ar/products_and_services/elsistemetetrapak/composici%C3%B3n%20del%20envase/Pages/default.aspx
33. Wikipedia; Historia de los polímeros; [Acceso: 5 de Febrero de 2012] Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero#Historia>.
34. Wikipedia; Polietileno de Baja Densidad Lineal(LLDPE) [Acceso 14 de Octubre de 2012] Disponible en: http://en.wikipedia.org/wiki/Linear_low-density_polyethylene
35. Wikipedia; Poliuretano (PUR); [Acceso: 9 de Marzo de 2012]; Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Poliuretano>

36. Wikipedia; Plástico; [Acceso: 5 de Febrero de 2012] Disponible en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico>.

GLOSARIO (16) (24) (29) (30) (32) (34) (36)

Aditivos para plásticos: son sustancias necesarios para obtener un material que sea susceptible de ser utilizado finalmente, la cantidad de opciones disponibles de estos aditivos es impresionante, pero los fabricantes deben tenerlos en cuenta para poder realizar un producto adecuado a la aplicación necesaria.

Bisfenol A: es un compuesto orgánico con dos grupos funcionales fenol, comúnmente abreviado como BPA. Es un bloque (monómero) disfuncional de muchos importantes plásticos y aditivos plásticos.

Envase: es el contenedor que está en contacto directo con el producto, cuya función es guardar, proteger, conservar e identificar además de facilitar su manejo y comercialización.

Elastómeros: son materiales cuya propiedad característica es la de poseer una elasticidad instantánea, completamente recuperable e ilimitada a altas deformaciones.

Ftalatos: son un grupo de compuestos químicos principalmente empleados como plastificadores (sustancias añadidas a los plásticos para incrementar su flexibilidad). Uno de sus usos más comunes es la conversión del cloruro de polivinilo (PVC) de un plástico duro a otro flexible.

Fibras: son materiales capaces de orientarse para formar filamentos largos y delgados como el hilo y que poseen una gran resistencia a lo largo del eje de orientación.

Jugo: es un líquido obtenido por la expresión de los frutos, por procesos tecnológicos adecuados.

Migración: se define como la transferencia de masa de materiales plásticos a los alimentos bajo condiciones específicas y se define como la transferencia de masa de una fuente externa del alimento en contacto físico con este por medio de un proceso submicroscópico.

Polietileno de Baja Densidad Lineal (LLDPE): Es un polímero lineal sustancialmente (de polietileno), con un número significativo de ramas cortas, normalmente realizadas por copolimerización de etileno con olefinas de cadena larga.

Polietileno de Muy Baja Densidad (VLDPE): Es un polímero lineal sustancialmente, con altos niveles de ramificaciones de cadena corta, comúnmente realizados por copolimerización de etileno con cadena corta alfa-olefinas (por ejemplo, 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno).

Polímero:(del griego *poly*, muchos; *meros*, parte, segmento) es una sustancia cuyas moléculas son, por lo menos aproximadamente, múltiplos de unidades de peso molecular bajo.

Plástico: son sustancias de similares estructuras que carecen de un punto fijo de evaporación y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones.

ANEXOS

ANEXO N°1
MAPA DE UBICACIÓN DE ZONA DE MUESTREO Y TABLA DE
COORDENADAS.



		Grados	minutos	segundos	Orientación	Grados	minutos	segundos	Orientación	Elevación
Puntos	1	13	42	21.83	Norte	89	12	57.82	Oeste	712 m
	2	13	42	19.86	Norte	89	12	52.39	Oeste	706 m
	3	13	42	18.74	Norte	89	12	36.95	Oeste	699 m
	4	13	42	17.93	Norte	89	12	38.93	Oeste	698 m
	5	13	42	16.40	Norte	89	12	51.53	Oeste	707 m

FIGURA N° 13: MAPA DE UBICACIÓN DE ZONA DE MUESTREO SEGÚN
COORDENADAS OBTENIDAS POR GPS.

ANEXO Nº 2
CÓDIGOS DE LOS PLÁSTICOS

CUADRO Nº 1: CODIFICACIÓN INTERNACIONAL PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE PLÁSTICOS ⁽³⁶⁾

Tipo de plástico:	Polietileno Tereftalato	Polietileno de alta densidad	Policloruro de vinilo	Polietileno de baja densidad	Polipropileno	Poliestireno	Otros
Acrónimo	PET	PEAD/ PEHD	PVC	PEBD/ PELD	PP	PS	Otros
Código 5	1	2	3	4	5	6	7

CUADRO N°2. RESUMEN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PLÁSTICOS. ⁽¹⁴⁾

NOMBRE Y ABREVIATURA	CODIGO DE IDENTIFICACION	PROPIEDADES	APLICACIONES	METODOS DE OBTENCION
Polietilentereftalato (PET o PETE)		<ul style="list-style-type: none"> * Alta rigidez y dureza. * Altísima resistencia a los esfuerzos permanentes. * Superficie barnizable. * Gran indeformabilidad al calor. * Muy buenas características eléctricas y dieléctricas. * Alta resistencia a los agentes químicos y estabilidad a la intemperie. 	<ul style="list-style-type: none"> * Envases de bebidas gaseosas, * Jugos, * Jarabes, * Aceites comestibles, * Bandejas, * Artículos de farmacia, * Medicamentos. 	Se produce por policondensación del ácido tereftálico con etilenglicol.
Polietileno de alta densidad (PEAD o HDPE)		Presenta mejores propiedades mecánicas (rigidez, dureza y resistencia a la tensión) que el PEBD, debido a su mayor densidad. Presenta fácil procesamiento y buena resistencia al impacto y a la abrasión. No resiste a fuertes agentes oxidantes como ácido nítrico, ácido sulfúrico fumante, peróxidos de hidrógeno o halógenos.	En el sector de envase y empaque se utiliza en bolsas para mercancía, bolsas para basura, botella para leche y yogurt, cajas para transporte de botellas, envases para productos químicos, frascos para productos cosméticos y capilares, etc.	Se utilizan procesos de baja presión para su obtención y los catalizadores utilizados son los de Ziegler-Natta (compuestos organometálicos de aluminio y titanio). La reacción se lleva a cabo en condiciones de 1 a 100 kg/cm ² de presión y temperatura de 25 a 100°C.

CONTINUACIÓN DE CUADRO N°2

NOMBRE Y ABREVIATURA	CODIGO DE IDENTIFICACION	PROPIEDADES	APLICACIONES	METODOS DE OBTENCION
Policloruro de vinilo (PVC)		<ul style="list-style-type: none"> * Es necesario añadirle aditivos para que adquiera las propiedades que permitan su utilización en las diversas aplicaciones. * Puede adquirir propiedades muy distintas. * Es un material muy apreciado y utilizado. * Tiene un bajo precio. * Puede ser flexible o rígido. * Puede ser transparente, translúcido u opaco * Puede ser compacto o espumado. 	<ul style="list-style-type: none"> * Tuberías * gúes * Aceites * Mangueras * Cables * Usos médicos como: catéteres, bolsas de sangre, juguetes, botellas. 	<p>Se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo, en presencia de catalizadores adecuados. De forma natural a partir del petróleo (43%) y la sal común (57%).</p>
Polietileno de baja densidad (PEBD o LDPE)		<p>Es semicristalino (un 50% típicamente), transparente y más bien blanquecino, flexible, liviano, impermeable, inerte (al contenido), no tóxico, tenaz (incluso a temperaturas bajas). Además posee excelentes propiedades eléctricas (buen aislante eléctrico) pero una resistencia a las temperaturas débil. Su resistencia química también es muy buena pero es propenso al agrietamiento bajo carga ambiental. Su resistencia a los rayos UV es mediocre y tiene propiedades de protección débiles, salvo con el agua. Buena dureza y resistente al impacto en bajas temperaturas.</p>	<p>Tiene aplicación dentro del sector de envase y empaque, destacando su utilización en bolsas, botellas, envase industrial, laminaciones, película para forro, película encogible, recubrimiento, sacos y costales, tapas para botellas y otros. En la industria electro-electrónica se utiliza como aislante para cables y conductores, cables de alta frecuencia, material dieléctrico, juguetes pequeños y otros productos.</p>	<p>El polietileno de baja densidad se obtiene por reacción de polimerización del etileno a presiones superiores a 1000 atmósferas y temperaturas de aproximadamente 300° F.</p>

CUADRO N°2: CONTINUACIÓN

NOMBRE Y ABREVIATURA	CODIGO DE IDENTIFICACION	PROPIEDADES	APLICACIONES	METODOS DE OBTENCION
Polipropileno (PP)		<ul style="list-style-type: none"> * Excelente comportamiento bajo tensiones y estiramientos. * Resistencia mecánica. * Elevada flexibilidad. * Resistencia a la intemperie. * Reducida cristalización. * Fácil reparación de averías. * Buenas propiedades químicas y de impermeabilidad. * Aprobado para aplicaciones con agua potable. * No afecta al medio ambiente. 	<p>Es utilizado en empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos.</p>	<p>Se obtiene a partir del monómero propileno, por polimerización que puede ser en Solución con Diluyente Nafta o con Diluyente Etanol y Catalizada por 82etalíenos formándose copolímeros al agregar etileno durante el proceso.</p>
Poliestireno (PS)		<ul style="list-style-type: none"> * Termoplástico ideal para la elaboración de cualquier tipo de pieza o envase * Higiénico y económico. * Cumple la reglamentación técnico – sanitaria española. * Fácil de serigrafiar. * Fácil de manipular, * Se puede cortar * Se puede taladrar * Se puede perforar. 	<p>Los materiales que se fabrican con este plástico son: envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos.</p>	<p>El poliestireno se prepara calentando el etilbenceno en presencia de un catalizador para dar lugar al estireno. La polimerización del estireno requiere la presencia de una pequeña cantidad de un iniciador, como los peróxidos, que opera rompiéndose para generar un radical libre.</p>

CUADRO N° 3: TEMPERATURAS DE DESCOMPOSICION DE LOS PRINCIPALES PLASTICOS ⁽¹⁴⁾

POLIETILENO TEREFALATO (PET) (BOTELLAS)	
 <p>PETE</p>	Si la temperatura a la que se expone es mayor a los 40°, las sustancias liberadas causarán daño a los cromosomas. Si se colocan en el coche expuesto al sol, durante dos semanas, esto hará que se liberen toxinas, que luego causan anomalías cromosómicas.
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) (BOLSAS DE PLÁSTICO)	
 <p>HDPE</p>	Contiene características ácido-base menos tóxicas, pero si la temperatura a la que se mantenga excede los 60°C hará que este material se reblandece y libere sustancias tóxicas.
POLICLORURO DE VINILO (PVC) (BOTELLAS CON AGUA)	
 <p>PVC</p>	Si la temperatura supera los 60°C libera cloruro de vinilo causando daños al cuerpo. El uso de este tipo de plástico para empacar alimentos calientes, liberará cloruros en los alimentos y estos se acumularán en el cuerpo.
POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (LDPE) (BOLSAS DE PLASTICO, BOTELLAS DE LECHE)	
 <p>LDPE</p>	La temperatura no debe exceder a los 60°C, debido a que es un material delgado. El sobrecalentamiento provoca un rompimiento, y se liberan sustancias tóxicas con comida caliente.
POLIPROPILENO (PP) (BOTELLAS DE LECHE)	
 <p>PP</p>	Posee mayor resistencia al calor llegando a soportar temperaturas de hasta 135°C. Su estabilidad es alta es por esto que se utilizan vajillas para hornos microondas, etc.
POLIESTIRENO (PS) (VAJILLA DE DURAPAX)	
 <p>PS</p>	Resistente al calor a temperaturas de 70-95°C, como los envases para sopas instantáneas. A temperaturas superiores liberan fácilmente sustancias tóxicas como estirenos causantes de Leucemia.

ANEXO № 3
ADITIVOS UTILIZADOS EN MATERIALES PLÁSTICOS

CUADRO Nº 4. ADITIVOS UTILIZADOS EN MATERIALES POLIMÉRICOS

(13)

ADITIVOS UTILIZADOS EN MATERIALES POLIMÉRICOS	
ADITIVO	COMPUESTOS EMPLEADOS
Plastificantes	Adipatos, citratos, ftalatos, fosfatos, plastificantes poliméricos, aceite de soya epóxico
Antioxidantes	Fenoles, aminas, fosfitos, tioésteres de ácidos grasos
Estabilizadores	U.V. Estearato de calcio y zinc, aceite de soya epóxicos
Pigmentos	Dióxido de titanio
Rellenos	Sílica, talco, óxido de zinc, carbonato de calcio, fibra de vidrio
Agentes antibloqueo	Sílica
Agentes antiestáticos	Derivados del glicol, compuestos cuaternarios de amonio, amidas y aminas de ácidos grasos
Modificadores de impacto	Polímeros
Lubricantes y agentes liberadores de molde	Estearato de calcio y zinc, ácidos grasos, ésteres de ácidos grasos, LDPE, aceite de soya epóxicos
Agentes deslizantes	Amidas de ácidos grasos

CUADRO Nº 5. FUNCIONES DE LOS ADITIVOS. ⁽²¹⁾

ADITIVOS	FUNCIONES
Rellenos	Los materiales de relleno se adicionan a los polímeros para incrementar las resistencias a la tracción, a la compresión, a la abrasión, la tenacidad, la estabilidad dimensional y térmica.
Plastificantes	Los plastificantes suelen tener baja presión de vapor y bajo peso molecular. Estos pueden ayudar a la flexibilidad, la ductilidad y la tenacidad de los polímeros. Su presencia también reduce la dureza y la fragilidad.
Estabilizantes	Los estabilizadores ayudan a evitar que los polímeros se deterioren cuando se exponen a la luz, en particular a la radiación ultravioleta, y también a la oxidación.
Colorantes	Son los que le dan un color específico al polímero.
Ignífugos	Los ignífugos hacen que los polímeros combustibles resistan a la inflamación ya que la mayoría de los polímeros, en estado puro son inflamables, a excepción de los que contienen elevada proporción de cloruros y/o fluoruros, tales como los cloruros de polivinilo y politetrafluoretileno.

CUADRO Nº 6: FTALATOS MÁS UTILIZADOS COMO ADITIVOS. ⁽³⁶⁾

FTALATOS	USOS
Bis(2-etilhexil)ftalato (DEHP)	Usado en materiales de construcción, envases alimentarios, juguetes, instrumental médico y film plástico.
Bis(n-butil)ftalato (DnBP, DBP)	Usado en los plásticos de celulosa, film alimentario, adhesivos, perfumes y también en cosméticos como esmaltes de uñas, champú, protector solar...etc.
Di-n-octilftalato (DOP o DnOP)	Usado en suelos, alfombras, tapas de libretas y explosivos potentes. Junto con el DEHP es uno de los plastificadores más comunes, pero se sospecha que causa cáncer.

ANEXO Nº 4

PLASTICOS QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS A LA SALUD

CUADRO Nº7. EFECTOS A LA SALUD CAUSADOS POR ALGUNOS PLÁSTICOS. ⁽¹⁴⁾

NOMBRE	USOS	EFECTOS EN LA SALUD
POLIETILENO  PETE	Envases de cerveza zumo, agua detergentes	Libera Antimonio
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD  HDPE	Envases opacos y bolsas de basura.	Considerado el menos nocivo.
CLORURO DE POLIVINILO  PVC	Juguetes, envases, cañerías.	Disruptor endocrino, asma, asociado con problemas del hígado riñones huesos.
POLIETILENO DE BAJA D ENSIDAD  LDPE	Bolsas de Basura, envoltorios plásticos, botellas.	Considerado seguro.
POLIESTIRENO  PS	Envases para huevos y vasos plasticos desechables para comida para llevar	Problemas reproductivos en mujeres y sistema nervioso en trabajadores con exposición intensa.
POLICARBONATO  0	Enlatados, recipientes reutilizables para comida, biberones, DVDs y otros productos cosméticos.	Relacionado con diabetes, autismo, mal formaciones mamarias, cáncer de próstata, enfermedad cardiaca o hepática.

ANEXO Nº 5

CLASIFICACION TETRAPACK

CUADRO Nº8 EJEMPLOS DE ENVASES TETRAPACK. (32)

<p>Tetra Brik</p>	
<p>Tetra Classic</p>	
<p>Tetra Prisma</p>	
<p>Tetra Top</p>	

ANEXO Nº 6

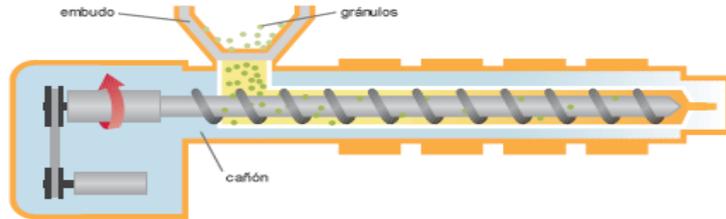
PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PLÁSTICO.

LA FABRICACIÓN DEL PLÁSTICO

Este material se compone de grandes moléculas formadas por la unión de otras más sencillas y resulta muy útil en la producción, envase y embalaje de múltiples productos. El plástico se consigue a través de la reacción química de derivados del petróleo y se moldea mediante el calor o la presión. En el proceso de fabricación, unos se vierten en moldes, donde se endurecen, y otros se presanan cuando ya son rígidos. Todos ellos proceden de la parkesina o xilonita y algunos se producen a partir de materias naturales, como la madera o las algas marinas.

EL PROCESO DE EXTRUSIÓN

Los termoplásticos se fabrican utilizando el extrusor, una máquina que procesa estos materiales. La materia prima en forma de granos pequeños se introduce por un embudo en un cañón calentado, donde un cilindro con rosca de tornillo la transporta a lo largo del tubo. El material se va fundiendo, por lo que ocupa menos espacio, y va saliendo por un extremo. Posteriormente, la fabricación del plástico se completa mediante dos procesos: la extrusión combinada con soplado y el moldeo con inyección a presión.



MOLDEO CON INYECCIÓN A PRESIÓN

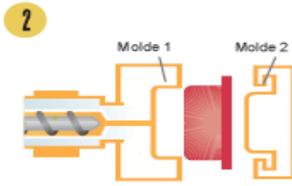
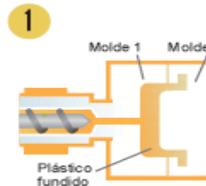
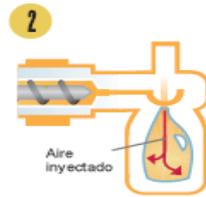
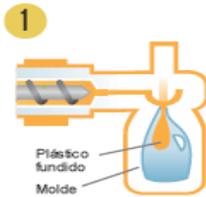
El material de plástico se calienta hasta el punto de fusión, se inyecta a una alta presión en moldes con refrigeración, donde se enfría y se

solidifica con la forma del objeto. El molde se construye en dos mitades que se separan después de la inyección para retirar el artículo de plástico. El proceso genera residuos sólidos, filtraciones de aceites hidráulicos y la utilización de aceites de refrigeración de herramientas.

EXTRUSIÓN COMBINADA CON SOPLADO

La materia prima plástica se funde y se procesa a través de una boquilla. Luego, mediante una serie de operaciones auxiliares, se

obtienen los productos de material plástico. Este proceso incluye la generación de desechos sólidos, la utilización de agua para el enfriamiento, y, en algunos casos, de disolventes químicos que emiten compuestos orgánicos volátiles responsables de la formación del ozono troposférico.



HISTORIA Y USOS DEL PLÁSTICO

1860 El primer plástico surgió como resultado de un concurso realizado en 1860 en los Estados Unidos. Debido al agotamiento de las reservas de marfil, una materia con la que se fabricaban las bolas de billar, se buscaba un sustituto. El premio lo ganó John Wesley Hyatt, quien presentó un tipo de plástico al que llamó celuloide.

1890 El celuloide se fabricaba disolviendo celulosa, un hidrato de carbono obtenido de las plantas, en una solución de alcanfor y etanol. Con este material se empezaron a fabricar distintos objetos, como mangos de cuchillo y película cinematográfica, lo que favoreció el inicio de la industria del cine a finales del siglo XIX. El celuloide puede ser ablandado repetidamente y moldeado de nuevo mediante calor, por lo que recibe el nombre de termoplástico.

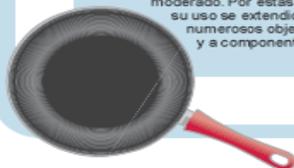
1907 En este año, Leo Baekeland inventó la baquelita, el primer plástico termoestable (que puede ser fundido y moldeado mientras está caliente, pero que no se ablanda por el calor y no se moldea de nuevo una vez que ha fraguado). La baquelita es aislante y resistente al agua, a los ácidos y al calor moderado. Por estas características su uso se extendió rápidamente a numerosos objetos domésticos y a componentes eléctricos.

Hacia 1930 se desarrollaron otros plásticos como el polietileno (PE), el cloruro de polivinilo (PVC, especialmente adecuado para cañerías de todo tipo), el politetrafluoretileno (PTFE, conocido como teflón y usado para sartenes antiadherentes) y el poliestireno (PS, inventado en Alemania, un material muy transparente comúnmente utilizado para vasos, potes y envases para huevos).

RECICLAR ES IMPORTANTE

Los residuos se pueden recuperar a partir de tres sistemas para obtener nuevos elementos. En el reciclado primario, los desechos provenientes de la primera producción se procesan de nuevo. En el secundario, los productos terminados se reutilizan como materia prima,

reduciendo los residuos sólidos. En el terciario, los materiales inservibles se descomponen en sus compuestos originarios para fabricar nuevos plásticos. Mediante la conversión terminal, los productos desechados se incineran a altas temperaturas y se transforman en energía.



1930



1940



Infografía: Carolina de los Arcos
Textos: Manuel Irujo / EL MUNDO

FIGURA Nº 14. FABRICACIÓN DEL PLÁSTICO. (11)

ANEXO Nº 7
ENCUESTA REALIZADA A LOS GERENTES DE LOS SUPERMERCADOS
Y RESULTADOS OBTENIDOS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



El propósito de la encuesta es conocer las marcas de jugos o néctar en envases tetrapack que se distribuyen en el supermercado.

**CARACTERIZACION DE POLIMEROS EN ENVASES DE TETRAPACK DE
JUGOS Y NECTAR PROVENIENTES DE TRES SUPERMERCADOS DE
METROCENTRO SAN SALVADOR Y SUS ALREDEDORES.**

Le agradecemos de antemano su cooperación y atención. A continuación se le realizara una serie de preguntas por favor responda de acuerdo a la realidad de la empresa.

-¿CUALES SON LAS MARCAS EXISTENTES DE JUGO O NECTAR EN ENVASES DE TETRAPACK EN EL SUPERMERCADO?

-¿CUALES SON LAS MARCAS DE MAYOR VENTA?

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



El propósito de la encuesta es conocer las marcas de jugos o néctar en envases tetrapack que se distribuyen en el supermercado.

**CARACTERIZACION DE POLIMEROS EN ENVASES DE TETRAPACK DE
JUGOS Y NECTAR PROVENIENTES DE TRES SUPERMERCADOS DE
METROCENTRO SAN SALVADOR Y SUS ALREDEDORES.**

Le agradecemos de antemano su cooperación y atención. A continuación se le realizara una serie de preguntas por favor responda de acuerdo a la realidad de la empresa.

SUPER SELECTOS METROSUR

-¿CUALES SON LAS MARCAS EXISTENTES DE JUGO O NECTAR EN ENVASES DE TETRAPACK EN EL SUPERMERCADO?

R/ Del monte, Kern's, Ducal, Jumex, Hic, V8 splash, Fruti max, Maravilla, Fruvita, Natura's, California, Chupi frut, Sipi, Fun C, Solaris.

-¿CUALES SON LAS MARCAS DE MAYOR VENTA?

R/ Jumex, Kern's, Ducal.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



El propósito de la encuesta es conocer las marcas de jugos o néctar en envases tetrapack que se distribuyen en el supermercado.

**CARACTERIZACION DE POLIMEROS EN ENVASES DE TETRAPACK DE
JUGOS Y NECTAR PROVENIENTES DE TRES SUPERMERCADOS DE
METROCENTRO SAN SALVADOR Y SUS ALREDEDORES.**

Le agradecemos de antemano su cooperación y atención. A continuación se le realizara una serie de preguntas por favor responda de acuerdo a la realidad de la empresa.

SUPER SELECTOS 4º ETAPA

-¿CUALES SON LAS MARCAS EXISTENTES DE JUGO O NECTAR EN ENVASES DE TETRAPACK EN EL SUPERMERCADO?

R/ Del monte, Kern's, Ducal, Jumex, Hic, V8 splash, Fruti max, Maravilla, Fruvita, Natura's, Paradise, California, Chupi frut, Sipi, Fun C, Solaris, Zero.

-¿CUALES SON LAS MARCAS DE MAYOR VENTA?

R/ Kern's, Jumex.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



El propósito de la encuesta es conocer las marcas de jugos o néctar en envases tetrapack que se distribuyen en el supermercado.

**CARACTERIZACION DE POLIMEROS EN ENVASES DE TETRAPACK DE
JUGOS Y NECTAR PROVENIENTES DE TRES SUPERMERCADOS DE
METROCENTRO SAN SALVADOR Y SUS ALREDEDORES.**

Le agradecemos de antemano su cooperación y atención. A continuación se le realizara una serie de preguntas por favor responda de acuerdo a la realidad de la empresa.

SUPER SELECTOS 8º ETAPA

-¿CUALES SON LAS MARCAS EXISTENTES DE JUGO O NECTAR EN ENVASES DE TETRAPACK EN EL SUPERMERCADO?

R/ Del monte, Kern's, Ducal, Jumex, Petit, Hic, V8 splash, Fruti max, Maravilla, Fru vita, Natura's, Ades, Paradise, California, Chupi frut, Sipi, Fun C, Solaris, Zero.

-¿CUALES SON LAS MARCAS DE MAYOR VENTA?

R/ Del monte, Kern's, Jumex, Petit.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



El propósito de la encuesta es conocer las marcas de jugos o néctar en envases tetrapack que se distribuyen en el supermercado.

**CARACTERIZACION DE POLIMEROS EN ENVASES DE TETRAPACK DE
JUGOS Y NECTAR PROVENIENTES DE TRES SUPERMERCADOS DE
METROCENTRO SAN SALVADOR Y SUS ALREDEDORES.**

Le agradecemos de antemano su cooperación y atención. A continuación se le realizara una serie de preguntas por favor responda de acuerdo a la realidad de la empresa.

DESPENSA DE DON JUAN

-¿CUALES SON LAS MARCAS EXISTENTES DE JUGO O NECTAR EN ENVASES DE TETRAPACK EN EL SUPERMERCADO?

R/ Del monte, Kern's, Ducal, Jumex, Petit, Hic, Hawallan punch, V8 splash, Fruti max, Maravilla, Fru vita, Natura's, Paradise, California, Chupi frut, Sipi.

-¿CUALES SON LAS MARCAS DE MAYOR VENTA?

R/ Kern's, Jumex, Petit.

CUADRO Nº 9. CUADRO DE MARCAS EXISTENTES EN SUPERMERCADOS SEGÚN SU COMERCIALIZACION

<p align="center">MARCAS EXISTENTES EN SUPERMERCADOS</p>	<p>DEL MONTE KERN'S DUCAL JUMEX PETIT HIC HAWALLAN PUNCH V8 SPLASH FRUTI MAX MARAVILLA FRU VITA NATURA'S ADES CALIFORNIA PARADISE CHUPI FRUT SIPI FUN C SOLARIS ZERO</p>
<p align="center">MARCAS DE MAYOR VENTA SEGÚN SU COMERCIALIZACION</p>	<p>DEL MONTE KERNS DUCAL JUMEX PETIT</p>

**CUADRO Nº 10. DISTRIBUCION DE LAS MARCAS EXISTENTES EN
LOS DIFERENTES SUPERMERCADOS.**

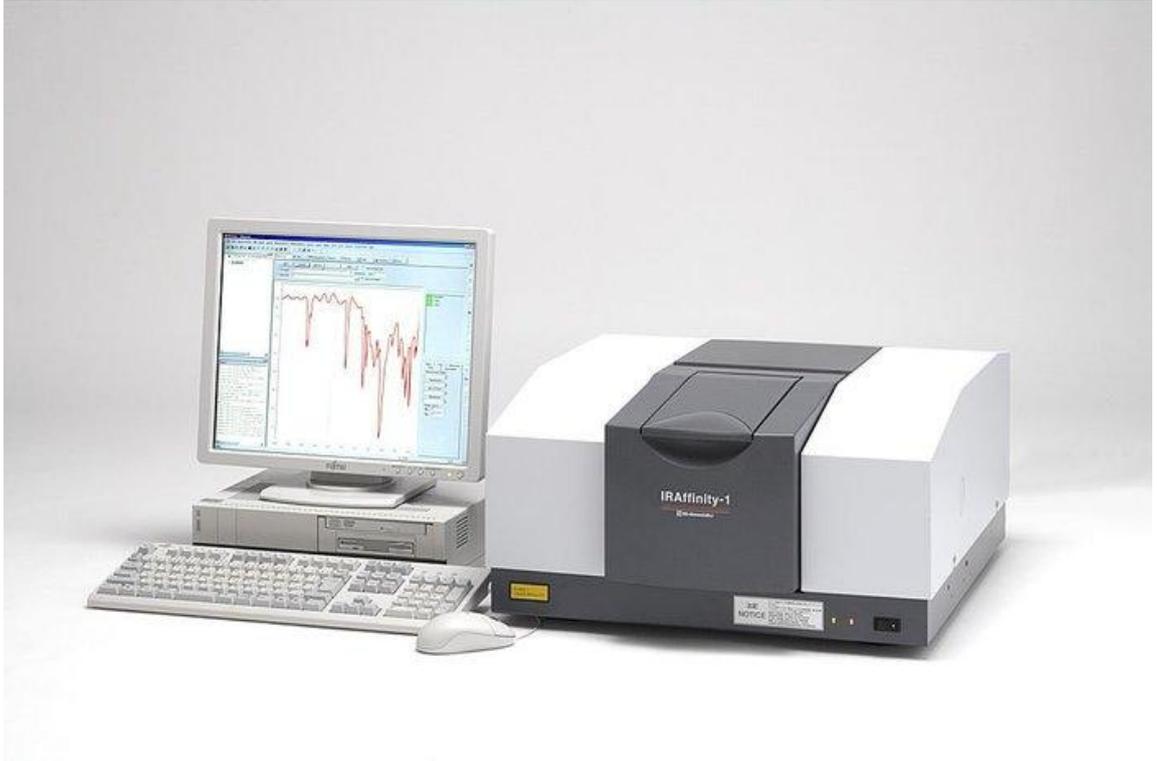
MARCAS	SUPERMERCADOS			
	Superselectos metrosur	Superselectos metrocentro 4º etapa	Superselectos metrocentro 8º etapa	Despensa de Don Juan
Del monte	X	X	X	X
Kerns	X	X	X	X
Ducal	X	X	X	X
Jumex	X	X	X	X
Petit			X	X
Hic	X	X	X	X
Hawallan punch				X
V8 splash	X	X	X	X
Fruiti max	X	X	X	X
Maravilla	X	X	X	X
Fru vita	X	X	X	X
Natura's	X	X	X	X
Ades			X	X
Paradise		X	X	X
California	X	X	X	X
Chupi frut	X	X	X	X
Sipi	X	X	X	X
Fun C	X	X	X	
Solaris	X	X	X	
Zero		X	X	

ANEXO Nº 8

CUADRO Nº 11: ESPECIFICACIONES DEL ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO SHIMADZU IRAFFINITY-1 ⁽¹⁸⁾

Característica	Observaciones
Interferómetro	Interferómetro de Michelson (ángulo de incidencia de 30 grados)
	Sistema avanzado de alineamiento dinámico
	Interferómetro sellado y secado con desecador automático
Divisor de radiación	Cubierta de Germanio y placa de KBr para región intermedia del IR (Standard)
	Cubierta de Germanio y placa de CsI para región Intermedia/lejana del IR (Opcional)
	Cubierta de Silicón y placa de CaF ₂ para región cercana del IR (Opcional)
Fuente	Fuente de Globar (Cerámica) con enfriamiento de aire para la región intermedia/lejana del IR con 3 años de garantía (Standard)
	Lámpara de Tungsteno para región cercana del IR (Opcional)
Detector	Detector DLATGS con control de Temperatura para la región intermedia/lejana del IR (Standard)
	Detector MCT (Hg-Cd-Te) con enfriamiento con Nitrógeno líquido para la región intermedia del IR (Opcional)
	Detector InGaAs para región cercana del IR (Opcional)
Rango de números de onda	7,800 - 350 cm ⁻¹
	12,500 - 240 cm ⁻¹ (Opcional)
Resolución	0.5, 1, 2, 4, 8, 16 cm ⁻¹ (Intermedio/lejano del IR)
	2, 4, 8, 16 cm ⁻¹ (cercano del IR)
Razón S/N (señal/ruido)	40,000: 1 y mayores (pico-a-pico, resolución de 4 cm ⁻¹ , aprox. 2100 cm ⁻¹ , escaneo (barrido) de 1 minuto)
Sistema operativo	Microsoft Windows 2000/XP
Interface entre PC y FTIR	IEEE 1394
Monitoreo de hardware	Auto diagnóstico, Monitor de estado
	Programa de validación en cumplimiento conforme con la Farmacopea Japonesa, Farmacopea Europea, Normas ASTM
Procesamiento de datos	Adición, Multiplicación, conversión Abs a %T, normalización, corrección de línea base, conversión logarítmica, difuminado, derivación, corrección ATR, conversión Kubelka-Munk, análisis de Kramers-Kronig, conversión de número de onda/longitud de onda, detección de pico, cálculo de área del pico, cálculo de espesor de película
Procesamiento cuantitativo	Curva de Calibración Multipunto con altura/área/radio o razón del pico, regresión multilínea (método MLR)
Búsqueda de espectro	Búsqueda de parámetros, Búsqueda, creación de Librería de espectros
Proceso de impresión	Generador de reportes
Software opcionales	Programación de Macro, cuantificación de PLS, curva adecuada, Presentación tridimensional con mapeo
Rastreo de Auditoría	Función de contenedor con almacenaje de interferograma/espectro de fondo (background), Historial de operación
	Protección con clave de ingreso
	Grabado Log
Detección de accesorios	Conformidad con FDA CFR Part 11, firma electrónica
	Reconocimiento automático del accesorio instalado. Además configuración de parámetros de escaneo o barrido y corrida de programación con macro.
	Accesorios ATR; ATR-8000A, ATR-8200HA, MIRacle A, DuraSampIR A, etc.
	Accesorios de reflectancia difusa; DRS-8000A, etc.
	Accesorios de reflectancia; SRM-8000A, RAS-8000A, etc.
Dimensiones	600 (W) x 680 (L) x 290 (H) mm
Peso	54 Kg

ANEXO Nº 9
MATERIAL Y EQUIPO



**FIGURA Nº 15. EQUIPO ESPECTROFOTOMÉTRICO INFRARROJO
IRAFFINITY - 1**

MATERIAL

- Tijera
- Tirro
- Muestra de la caja Tetrapack
- Plumón