

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**CARACTERIZACION DE LOS POLIMEROS UTILIZADOS PARA ENVASAR  
AGUA EN PRESENTACION DE BOLSA QUE SE COMERCIALIZAN EN EL  
INTERIOR Y LOS ALREDEDORES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
POR ESPECTROFOTOMETRIA INFRARROJA.**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR  
SUSANA IVETTE IRAHETA RIVERA  
KUEI HUA LIN**

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

**FEBRERO DE 2012**

**SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

**SECRETARIO GENERAL:**

DOCTORA ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANA:**

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

**SECRETARIO:**

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO

## **COMITE DE TRABAJOS DE GRADUACION**

### **COORDINADORA GENERAL:**

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo.

### **ASESORAS DE AREA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS**

#### **FARMACEUTICOS, COSMETICOS Y VETERINARIOS:**

MSc. Rocío Ruano de Sandoval

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

### **DOCENTE DIRECTOR:**

Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS TODOPODEROSO**, por estar con nosotras en todos los aspectos de nuestra vida, tanto en triunfos como en fracasos, además por brindarnos su ayuda en el justo momento de las pruebas.

**A NUESTROS QUERIDOS PADRES:** Por acompañarnos en todo momento y por animarnos cuando más lo necesitábamos. Por enseñarnos que es en Dios en el que más debemos confiar y que es a través de la oración que vamos a estar cerca de Él.

**A MI ABUELITA Y MIS HERMANOS:** por brindarnos su apoyo incondicional y consejos durante nuestra carrera.

**A NUESTRO DOCENTE DIRECTOR LIC. HENRY HERNANDEZ**, por ayudarnos a poder coronar nuestra carrera, a través de sus conocimientos y enseñanzas. Por todos los consejos y experiencias compartidas con cada una de nosotras. Que Dios lo bendiga y muchas gracias por su amistad, lo recordaremos siempre.

**A NUESTRO JURADO MSc. Rocío Ruano de Sandoval y Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez**, por su amistad brindada durante el desarrollo de este trabajo, por todos sus aportes a la realización de esta investigación. Llevamos un buen recuerdo de cada una de ustedes.

**A LA LICDA. ODETTE RAUDA**, por animarnos a salir siempre adelante, por todos sus consejos, su paciencia y amistad. La llevaremos siempre en nuestro corazón.

**A NUESTROS AMIGOS JENNY, KATIA, WAN-CHEN Y CARLOS**, por su amistad y apoyo durante nuestra carrera, llevamos un buen recuerdo de cada uno de ustedes. Gracias por hacernos saber que todavía se puede confiar en una linda y verdadera amistad.

**A MI COMPAÑERA DE TESIS KUEI HUA LIN**, por todos los momentos que compartimos juntas, que no me cabe duda hemos aprendido muchas cosas. Gracias por aceptar ser mi compañera en este trabajo de graduación que será el culmen de esta carrera que realizamos por muchos años. Gracias por tu amistad.

**A MI COMPAÑERA DE TESIS SUSANA IVETTE IRAHETA**, por compartir sus conocimientos y experiencias. Gracias por comprenderme y ayudarme en todo. Fue muy divertido compartir nuestras ideas y pensamientos. Gracias por tu gran amistad.

**SUSANA IRAHETA Y KUEI HUA LIN**

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	
<b>CAPÍTULO I</b>	
1.0 INTRODUCCIÓN	xiii
<b>CAPÍTULO II</b>	
2.0 OBJETIVOS	
<b>CAPITULO III</b>	
3.0 MARCO TEORICO	18
3.1 Plástico	18
3.1.1 Etimología	18
3.1.2 Definición	18
3.1.3 Propiedades del Plástico	19
3.2 Tipos de plástico	19
3.2.1 Polietileno (PE)	20
3.2.2 Polipropileno (PP)	21
3.2.3 Poliestireno (PS)	22
3.2.4 Policloruro de Vinilo (PVC)	22
3.3 Aditivos de los plásticos	22
3.4 Proceso de fabricación	23
3.5 Impactos de los plásticos	24
3.5.1 Impactos del plástico en la salud	24
3.5.2 Impactos del plástico en el medio ambiente	25
3.6 Método de Espectroscopía Infrarroja	27
3.6.1 Fundamento teórico	27
3.6.2 Equipamiento: Espectrofotómetro Infrarrojo IRAffinity-1	29

3.6.2.1	Generalidades	29
<b>CAPITULO IV</b>		
4.0	DISEÑO METODOLOGICO	32
4.1	Tipo de estudio	32
4.2	Investigación bibliográfica	32
4.3	Investigación de campo	33
4.4	Parte experimental	33
4.4.1	Procedimiento de análisis de polímeros por medio de un espectrofotómetro infrarrojo.	33
<b>CAPITULO V</b>		
5.0	RESULTADOS	37
<b>CAPITULO VI</b>		
6.0	CONCLUSIONES	46
<b>CAPITULO VII</b>		
7.0	RECOMENDACIONES	48
	BIBLIOGRAFIA	
	GLOSARIO	
	ANEXOS	

## INDICE DE ANEXOS

### ANEXO N°

- 1 Instrumento de medición para coordenadas y mapas de ubicación de zonas de muestreo:**
  - Figura N°7 Descripción de los botones del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
  - Figura N°8 Procedimiento para uso de GPS
  - Figura N°9 Mapa de ubicación de Universidad de El Salvador
  - Figura N°10 Mapa de ubicación de las zonas de muestreo
- 2 Historia del plástico**
- 3 Propiedades de los plásticos**
  - Cuadro N°2 Propiedades de los plásticos
- 4 Cuadro N°3 Resumen de los diferentes tipos de plástico**
- 5 Cuadro N°4 Tipos de aditivos para plástico**
- 6 Cuadro de los efectos a la salud causados por algunos plásticos**
  - Cuadro N°5 Temperatura de descomposición de los principales plásticos
  - Cuadro N°6 Efectos a la salud causados por algunos plásticos
- 7 Especificaciones del equipo espectrofotómetro infrarrojo con transformada de Fourier Shimadzu IRAffinity-1**
  - Cuadro N°7 Especificaciones del equipo espectrofotómetro infrarrojo Shimadzu IRAffinity-1
- 8 Espectrofotómetro Infrarrojo, deshumidificador, material y equipo**
  - Figura N°11 Espectrofotómetro Infrarrojo IRAffinity-1 Shimadzu
  - Figura N°12 Deshumidificador
- 9 Tratamiento previo de la muestra**
  - Figura N°13 Procedimiento de tratamiento previo para la muestra
- 10 Cuadro de guía de observación de las formas de almacenamiento**

**de las bolsas con agua en diferentes puntos de venta**

Cuadro N°8 Guía de observación

**11 Guía rápida para la obtención de espectros**

Figura N°14 Obtención de espectros

**12 Guía rápida para la comparación de espectros**

Figura N°15 Guía rápida para la comparación de espectros

Figura N°16 Comparación del espectro de la muestra con el banco de  
espectros del equipo Shimadzu IRAffinity-1

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación constituye una valiosa información tanto para las personas que consumen agua en presentación de bolsa, como para las industrias encargadas de comercializar este producto.

El estudio buscó caracterizar el tipo de polímeros más utilizados para envasar agua en presentación de bolsas provenientes de puestos de ventas localizados en diferentes puntos que se comercializan en el interior y los alrededores de la Universidad de El Salvador.

El área de investigación se delimitó por medio del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), obteniéndose 7 coordenadas alrededor de la Universidad de El Salvador; en dichas coordenadas existen 53 puntos de ventas de bolsas con agua, de los cuales 5 puestos de venta están ubicados en el interior y 48 en los alrededores de la Universidad de El Salvador.

Se muestrearon en los 53 puntos de venta por duplicado teniendo un total de 106 muestras y una vez recolectadas se analizaron en el Laboratorio Fisicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, durante el período de un mes, aplicando el método de Espectrofotometría Infrarroja, utilizando el equipo Shimadzu IRAffinity-1, el objetivo principal fue comparar e identificar el espectro de la muestra obtenido con el banco de espectros y posteriormente determinar el porcentaje de tipo de polímeros más utilizados en las muestras analizadas.

El resultado de esta investigación fue que el 98.12% utilizan: el Polietileno de Baja Densidad, 0.94% el Polietileno de Muy Baja Densidad y 0.94% el Polietileno de Baja Densidad Lineal. Según las investigaciones bibliográficas el Polietileno de Baja Densidad es considerado seguro para la salud comparándolo con otro tipo de polímeros en condiciones normales de temperatura. Pero si excede a los 60°C también puede causar daños a la salud por la liberación de sustancias tóxicas.

Por tanto, el desarrollo de este trabajo aporta una investigación importante debido a que el uso del plástico es cada vez más frecuente. Por esta razón se recomienda ampliar el estudio en muestras que se comercializan en otros departamentos del país; así como también realizarlo con mayor número de muestras o a otro tipo de empaques de alimentos para profundizar más en este tema.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## 1.0 INTRODUCCION

El uso del plástico ha experimentado un gran crecimiento debido a las innumerables aplicaciones que estos materiales tienen en la actualidad, en los sectores industriales, alimentos, medicamentos y otros. Gran parte de la población consume agua en la presentación de bolsas que se comercializan en pequeños puestos ubicados en la vía pública, cerca de sus lugares de trabajo o estudio, porque representa una alternativa económica y está a la vista de los consumidores.

El control del almacenamiento de los plásticos es importante, ya que los materiales utilizados en las bolsas plásticas son polímeros que muchas veces sufren alteraciones por diversos factores como el calor y la luz entre otros. Es por esta razón que en la presente investigación se busca caracterizar el tipo de polímero por Espectrofotometría Infrarroja, utilizado en las bolsas con agua provenientes de puestos de venta localizados en diferentes puntos en los alrededores y en el interior de la Universidad de El Salvador, debido a que están expuestos al sol, lo que podrá generar cambios o alteraciones en la composición de la bolsa en la que se encuentra el producto.

Se delimitó el área de investigación por medio del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), obteniéndose 7 coordenadas, dentro de las cuales existen 53 puntos de venta de los que se tomarán por duplicado las bolsas teniendo un total de 106 muestras. Posteriormente se analizarán en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Universidad de El Salvador, aplicando el método de

Espectrofotometría Infrarroja, durante el período de un mes. Con el fin, de comparar los espectros obtenidos, con el banco de espectros del espectrofotómetro infrarrojo; y determinar el porcentaje del tipo de polímero más utilizados en las muestras analizadas. (Ver Anexo N°1)

## **CAPITULO II**

### **OBJETIVOS**

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL:**

Caracterizar los polimeros utilizados para envasar agua en presentación de bolsa que se comercializan en el interior y los alrededores de la Universidad de El Salvador por método de Espectrofotometria Infrarroja.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- 2.2.1 Identificar los puntos de venta de agua en bolsa en el interior y alrededor de la Universidad de El Salvador.
- 2.2.2 Verificar las formas de almacenamiento de las bolsas con agua en los diferentes puntos de venta, por medio de una guía de observación.
- 2.2.3 Realizar toma de muestra por duplicado de productos de agua envasada en presentación de bolsa en los establecimientos identificados.
- 2.2.4 Analizar las muestras obtenidas por espectrofotometría infrarroja utilizando el equipo Shimadzu IRAffinity-1, respecto a los espectros obtenidos con el banco de espectros del equipo.
- 2.2.5 Determinar el porcentaje de polímeros más utilizados en las muestras analizadas y sus implicaciones para la salud y el medio ambiente.

**CAPITULO III**  
**MARCO TEORICO**

### 3.0 MARCO TEORICO

#### 3.1 PLASTICO

##### 3.1.1 ETIMOLOGIA <sup>(11)</sup>

El vocablo plástico deriva del griego “*plastikos*”, que se traduce como moldeable. Se obtienen a través de un proceso llamado “Polimerización” en el que dos o más moléculas orgánicas gigantes de origen natural (petróleo, sal común, carbón) llamadas monómeros, se combinan para formar otra, en la que se repiten las estructuras originando cadenas lineales, ramificadas o entrecruzadas dando lugar al polímero. Los polímeros son las moléculas básicas de los plásticos, y se hallan presentes en estado natural en algunas sustancias vegetales y animales como el caucho, la madera y el cuero.

##### 3.1.2 DEFINICION <sup>(11)</sup>

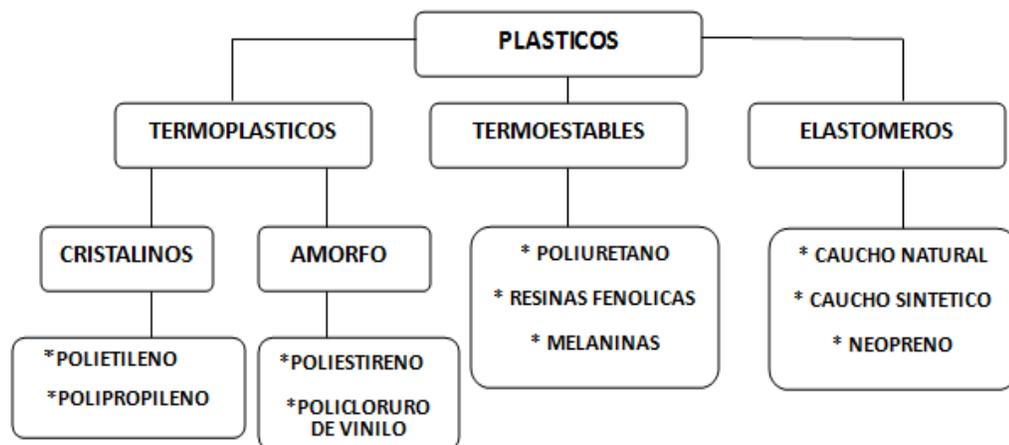
El término Plástico, en su significación se aplica a las sustancias de distintas estructuras y naturalezas que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Sin embargo, en sentido restringido, denota ciertos tipos de materiales sintéticos 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. (Ver Anexo N° 2)

### 3.1.3 PROPIEDADES DEL PLASTICO <sup>(15)</sup>

La estructura interna de los plásticos determina sus propiedades fundamentales. Por ejemplo, los plásticos son malos conductores del calor y de la electricidad, es decir, son aislantes y esto se debe a que sus enlaces son por pares de electrones ya que no disponen de ningún electrón libre. (Ver Anexo N° 3)

### 3.2 TIPOS DE PLASTICO

Los plásticos se clasifican, según el siguiente diagrama



**FIGURA N° 1 DIAGRAMA DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS**

Dentro de los plásticos más utilizados para envase están los siguientes tipos:

### **3.2.1 POLIETILENO (PE)** <sup>(2)</sup> <sup>(15)</sup>

Los polietilenos son polímeros vinílicos, hechos a partir del monómero etileno, denominados poliolefinas, provenientes de hidrocarburos simples, compuestos por átomos de carbono e hidrógeno y con dobles enlace (C=C). Son termoplásticos semicristalinos. Se destacan en general por una buena resistencia química, alta tenacidad y elongación en la rotura, así como buenas propiedades de aislamiento eléctrico. Pueden ser procesados en prácticamente todos los procesos usuales, son económicos, y por ello, han encontrado una amplia aplicación. Hoy se han convertido en el grupo de plásticos más importante desde el punto de vista cuantitativo.

#### **a. POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD o LDPE)** <sup>(15)</sup>

El polietileno de baja densidad tiene una densidad en el rango de 0.910 – 0.925 g/cm<sup>3</sup>, en función de la estructura molecular del polímero. El PEBD tiene una estructura en su mayor parte amorfa. Las propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad, dependen del grado de polimerización y la configuración molecular, es decir, cuanto más elevado sea el peso molecular mejores serán las propiedades.

**b. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD o HDPE) <sup>(4)</sup>**

El polietileno de alta densidad tiene una densidad en el rango de 0.941 – 0.965 g/cm<sup>3</sup>, presenta un alto grado de cristalinidad, siendo así un material opaco y de aspecto ceroso, las propiedades de cristalinidad y mayor densidad se relacionan con las moléculas mas empaçadas, ya que casi no existen ramificaciones.

**c. TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) <sup>(2)</sup>**

El Polietilen Tereftalato (PET) es un Poliéster Termoplástico y se produce a partir de dos compuestos principalmente: Ácido Terftálico y Etilenglicol, aunque también puede obtenerse utilizando Dimetiltereftalato en lugar de Ácido Tereftálico. Este material tiene una baja velocidad de cristalización y puede encontrarse en estado amorfo-transparente o cristalino.

El Polietilen Tereftalato en general se caracteriza por su elevada pureza, alta resistencia y tenacidad. De acuerdo a su orientación presenta propiedades de transparencia, resistencia química.

**3.2.2 POLIPROPILENO (PP) <sup>(30)</sup>**

Es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas.

### **3.2.3 POLIESTIRENO (PS)** <sup>(29)</sup> <sup>(8)</sup>

Es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno. Estructuralmente, es una larga cadena hidrocarbonada, con un grupo fenilo unido cada dos átomos de carbono. Es producido por una polimerización vinílica por radicales libres a partir del monómero estireno.

### **3.2.4 POLICLORURO DE VINILO (PVC)** <sup>(28)</sup>

Es un polímero termoplástico. Se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80 °C y se descompone sobre 140 °C. Cabe mencionar que es un polímero por adición y además una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo o cloroeteno. Tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama.

(Ver Anexo N°4)

## **3.3 ADITIVOS DE LOS PLASTICOS** <sup>(1)</sup>

Usualmente los polímeros necesitan la ayuda de uno o más aditivos o modificadores para cumplir con su función, ya que casi nunca se utilizan en forma individual y sin la presencia de estos aditivos, algunas aplicaciones de los materiales plásticos no existirían. En un principio, la función de los aditivos y modificadores fue vencer algunas limitaciones en los materiales plásticos. Más recientemente, los modificadores y aditivos son capaces de cambiar la forma y función de los plásticos y mejorar sus propiedades físicas.

**CUADRO N° 1 ADITIVOS EN LOS PLÁSTICOS (VER ANEXO N° 5) <sup>(19)</sup>**

- Plastificantes	- Estabilizantes	- Lubricantes	- Cargas
- Retardante de llama	- Agente espumante	- Modificadores de impacto	- Pigmentos y colorantes

**3.4 PROCESO DE FABRICACION <sup>(4)</sup>**

El primer paso en la fabricación de un plástico es la polimerización. Los polímeros se preparan partiendo de compuestos simples (monómeros), que producen reacciones de polimerización por condensación y por adición, formando largas cadenas lineales o entrecruzadas, lo que determina las propiedades físicas del compuesto resultante, obteniéndose infinitas variaciones que dan productos de muy alto peso molecular. Las reacciones de polimerización por condensación, producen varias longitudes de polímeros, así mismo estas reacciones generan subproductos en pequeñas cantidades, como agua, amoníaco y etilenglicol. Mientras que las reacciones de polimerización por adición producen longitudes específicas, sin generar ningún subproducto. Los materiales plásticos como polietileno, polipropileno, cloruro de polivinilo y poliestireno, utilizados en la producción de envases primarios se obtienen por reacciones de polimerización por adición.

La fabricación de los plásticos y su manufactura implica cuatro pasos básicos: obtención de las materias primas, síntesis del polímero básico, composición del polímero como un producto utilizable industrialmente y moldeo o deformación del plástico a su forma definitiva.

## **3.5 IMPACTOS DE LOS PLASTICOS**

### **3.5.1 IMPACTO DEL PLASTICO EN LA SALUD <sup>(7)</sup>**

Se conoce que ciertos plásticos contienen toxinas que tienen un impacto negativo en la salud humana. Los niños son en particular vulnerables a las toxinas, ya que sus sistemas inmunológicos y órganos aún se están desarrollando. Los niños pequeños también tienen un mayor riesgo, ya que con frecuencia meten objetos de plástico en sus bocas. Los biberones para bebé, tazas de entrenamiento, anillos para morder y juguetes con frecuencia están hechos de ftalatos y bisfenol A (BPA). Estos dos ingredientes tóxicos de plásticos son de particular preocupación, ya que las investigaciones muestran con mayor incremento que dichos químicos imitan hormonas e interrumpen el desarrollo y crecimiento normales. (Ver anexo N°6)

#### **a. Ftalatos**

Los ftalatos son una clase de químicos que son usados para suavizar plásticos (vinilo) que contienen PVC, 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.

### **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, revestimientos de alimentos enlatados y tazas de entrenamiento. Los efectos adversos para la salud incluyen cáncer de próstata, cáncer de mama, abortos espontáneos, defectos del nacimiento, pubertad temprana, recuento bajo de espermatozoides, hiperactividad y agresividad.

### **3.5.2 IMPACTO DEL PLASTICO EN EL MEDIO AMBIENTE <sup>(16)</sup>**

Los polímeros se han convertido en uno de los acompañantes habituales en la vida cotidiana. La mayoría de los objetos que están a nuestro alrededor están constituidos total o parcialmente por alguno de ellos. Esto ha dado lugar a un gran desarrollo de la industria, lo que ha generado problemas ambientales. Dado que los plásticos son relativamente inertes, los productos terminados no representan ningún peligro para el fabricante o el usuario. Sin embargo, se ha demostrado que algunos de los monómeros usados en la fabricación de plásticos producen efectos cancerígenos en la salud.

Así, el benceno, una materia prima usada en la fabricación del nylon es un carcinógeno. La industria del plástico, presenta unos problemas ambientales y para la salud, similares a los de la industria química.

La mayoría de los plásticos sintéticos no pueden ser degradados por el entorno; al contrario que la madera, el papel, las fibras naturales, o incluso el metal o el vidrio, no se oxidan ni se descomponen con el tiempo. Se han desarrollado algunos plásticos degradables, pero a pesar de ellos siguen sin cumplir las condiciones óptimas para los vertederos de basura. El que sea degradable, 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. La eliminación de los plásticos supone un problema ambiental. El método más eficiente para solucionar este problema es el reciclaje y la no generación de residuos.

Muchos de los plásticos resisten poco la temperatura y pierden su forma o se destruyen totalmente. 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). La degradación excesivamente lenta que sufren hace que ocupen mucho espacio en los vertederos.

### **3.6 METODO DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA**

#### **3.6.1 FUNDAMENTO TEORICO <sup>(13)</sup>**

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  $\text{cm}^{-1}$ , lo que corresponde a longitudes de onda de 0.78 a 1000  $\mu\text{m}$ .

Tanto desde el punto de vista de las aplicaciones como de los instrumentos, es conveniente subdividir el espectro infrarrojo en tres regiones denominadas: infrarrojo cercano, medio y lejano.

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  $\text{cm}^{-1}$  (de 2.5 a 25  $\mu\text{m}$ ). 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. En muchos casos, el espectro infrarrojo medio de un compuesto orgánico proporciona una huella única, con unas características que se distinguen fácilmente de los modelos de absorción de otros compuestos; sólo los isómeros ópticos absorben exactamente de la misma forma.

Para que una molécula absorba radiación infrarroja debe experimentar un cambio neto en el momento dipolar como consecuencia de su movimiento vibratorio o rotatorio, pudiendo así actuar recíprocamente, el campo alternativo de la radiación, con la molécula, y causar cambios en su movimiento.

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. Además de su aplicación como herramienta para el análisis cualitativo, las medidas en el infrarrojo también están encontrando un uso cada vez mayor en el análisis cuantitativo.

En este caso, su elevada selectividad a menudo hace posible la cuantificación de una sustancia en una mezcla compleja, no siendo necesario una separación previa. El principal campo de aplicación de este tipo de análisis se halla en la cuantificación de contaminantes atmosféricos que provienen de procesos industriales.

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.

### **3.6.2 EQUIPAMIENTO: Espectrofotómetro Infrarrojo IRAffinity-1**

#### **3.6.2.1 GENERALIDADES** <sup>(13)</sup>

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<sup>-1</sup>, 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 N°7)

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO METODOLOGICO**

## **4.0 DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1 TIPO DE ESTUDIO**

- Prospectivo: basado en la investigación bibliográfica de hechos actuales respaldados mediante análisis experimental.
- Campo: se recolectaron muestras por duplicado en los puestos de ventas de bolsas con agua ubicados en el interior y los alrededores de la Universidad de El Salvador.
- Experimental: las muestras recolectadas se analizaron en el Laboratorio Fisicoquímico de Aguas de la Universidad de El Salvador.

### **4.2 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA**

Se consultaron libros, trabajos de graduación y revistas en:

- Biblioteca “Dr. Benjamin Orozco” Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca “P. Florentino Idoate, S.J.” de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.
- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Universidad Alberto Masferrer.
- Biblioteca Virtual de la Organización Para la Salud
- Manual de laboratorio de Química Analítica III
- Base de datos en internet

### **4.3 INVESTIGACION DE CAMPO**

- Universo: El área de investigación está formado por 53 puestos de venta de agua en bolsa, de los cuales 5 puestos ubicados en el interior y 48 ubicados en los alrededores de la Universidad de El Salvador, delimitado por un instrumento conocido como Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Se muestrearon los 53 puntos de venta por duplicado teniendo un total de 106 muestras de bolsas con agua.
- Muestra: está conformada por las bolsas de plástico que contienen agua, muestreadas por duplicado en los 53 puestos (106 bolsas) antes mencionados.

### **4.4 PARTE EXPERIMENTAL**

#### **4.4.1 PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE POLIMEROS POR MEDIO DE UN ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO. <sup>(13)</sup>**

##### **MATERIALES Y EQUIPO (Ver Anexo N°8)**

**MUESTRA A UTILIZAR:** Bolsa de plástico que contiene el agua.

##### **A. TRATAMIENTO PREVIO DE LA MUESTRA (Ver anexo N° 9)**

1. Descartar el agua contenida en la bolsa de plástico a analizar.
2. Secar y limpiar la bolsa de plástico con papel toalla.
3. Eliminar cualquier letra o dibujo grabados en las bolsas de plástico con algodón impregnado con alcohol.

4. Estirar la bolsa de plástico lo más delgada posible.
5. Cortar el área donde la bolsa esté más delgada.
6. Pegar el plástico cortado en la celda con tirro. Listo para la lectura de la muestra.

### **C. OPERACIÓN DEL EQUIPO**

1. Encender el equipo presionando el botón negro ubicado en el lado inferior derecho.
2. Encender la computadora y dejar que cargue Windows automáticamente.
3. Ingresar al programa **IR Solution** y aparecerá la pantalla principal.
4. Conectar el programa con el equipo seleccionando el comando **Measurement –inicializar**.
5. Aparecerá en pantalla una ventana donde se pregunta si se desea remover el último espectro correspondiente al blanco (aire). Seleccionar que **SI**, para leer el blanco.

**D. LECTURA DE 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 pantalla se observa el espectro del aire.

**E. LECTURA DE MUESTRA:** Colocar la muestra en el compartimiento para muestra, nombrarla y seleccionar el comando **Sample**.

Aparecerá en pantalla el espectro de la muestra.

**F. BUSQUEDA DE ESPECTROS EN LA BIBLIOTECA**

**G. 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 – Spectrum search**, el programa compara el espectro obtenido con los almacenados en la biblioteca identificando de esta forma el compuesto en análisis.

**H. Impresión del espectro obtenido:**

1. Generar una vista previa.
2. Seleccionar plantilla
3. Click en imprimir

**I. Determinar el porcentaje del tipo de polímero más utilizado en las 106 muestras analizadas.**

El porcentaje del tipo de polímero (**X**), se determinó de la siguiente manera: **106 muestras analizadas --- 100%**

**Muestras identificadas --- X**

**CAPITULO V**  
**RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

## 5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

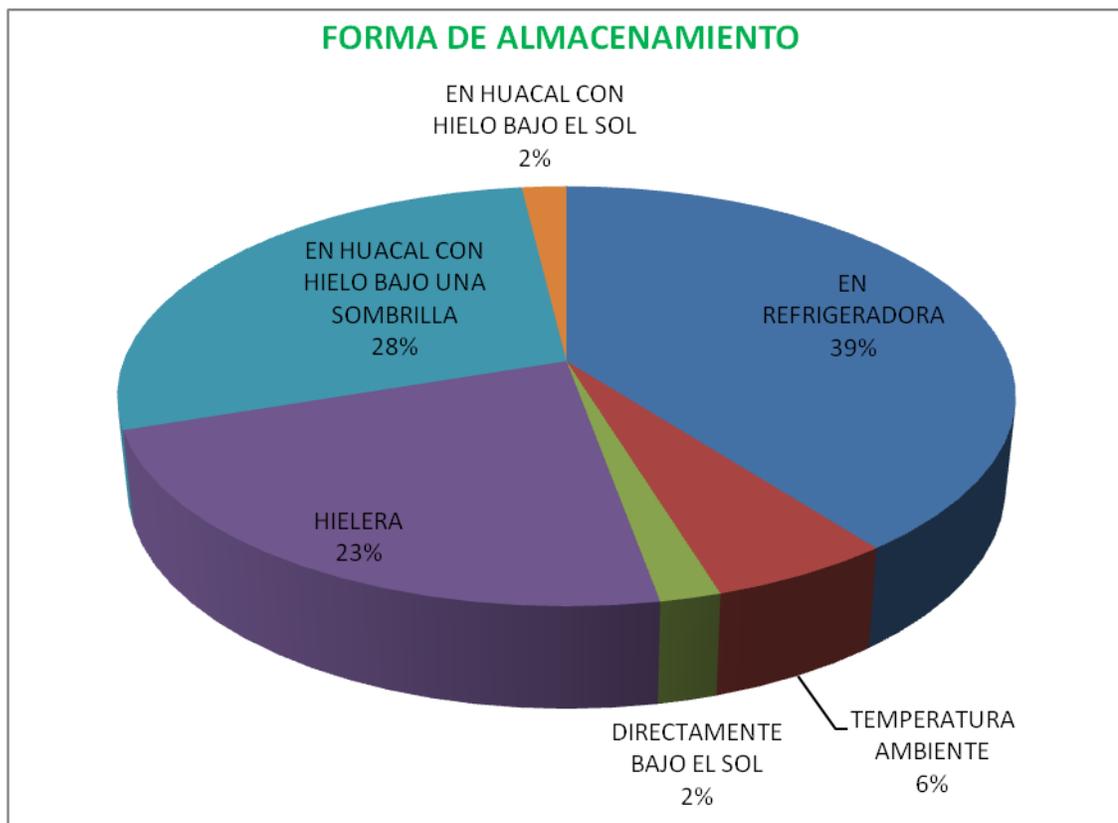
Previo a la identificación de los puntos de venta se realizó por medio de un equipo conocido como Sistema de Posicionamiento Global (GPS), la delimitación del área de investigación a analizar. Las muestras de bolsas con agua que formaron parte del área de investigación a realizar, se encuentran dentro de las 7 coordenadas alrededor de la Universidad de El Salvador. En dichas coordenadas existen 5 puestos de venta que están ubicados en el interior y 48 en los alrededores de la Universidad de El Salvador.

Las formas de almacenamiento de las bolsas con agua en los puntos de venta, se observaron por medio de una guía de observación (Ver anexo N°10). El resumen de los resultados de las diferentes formas de almacenamiento se presentan en la siguiente tabla.

**TABLA N°1. RESUMEN DE LAS DIFERENTES FORMAS DE ALMACENAMIENTO EN LOS PUNTOS DE VENTA MUESTREADOS**

FORMA DE ALMACENAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE
EN REFRIGERADORA	42	39%
TEMPERATURA AMBIENTE	6	6%
DIRECTAMENTE BAJO EL SOL	2	2%
HIELERA	24	23%
EN HUACAL CON HIELO BAJO UNA SOMBRILLA	30	28%
EN HUACAL CON HIELO BAJO EL SOL	2	2%
<b>TOTAL</b>	<b>106</b>	<b>100%</b>

El siguiente gráfico muestra el porcentaje de las diferentes formas de almacenamiento observadas en los diferentes puntos de venta.



**FIGURA N°2 GRAFICO DE FORMAS DE ALMACENAMIENTO**

El 39% de los puntos de venta almacenan las bolsas con agua en refrigeradoras y un 28% en huacales cubiertos con sombrilla, mientras que un 2% de los puntos de venta almacenan las bolsas con agua en huacales con hielo bajo el sol y un 2% directamente bajo el sol.

Se tomaron las muestras en 53 puntos de venta por duplicado de los cuales 5 puestos de venta están ubicados en el interior y 48 en los alrededores de la Universidad de El Salvador, teniendo un total de 106 muestras. (Ver anexo N°1)

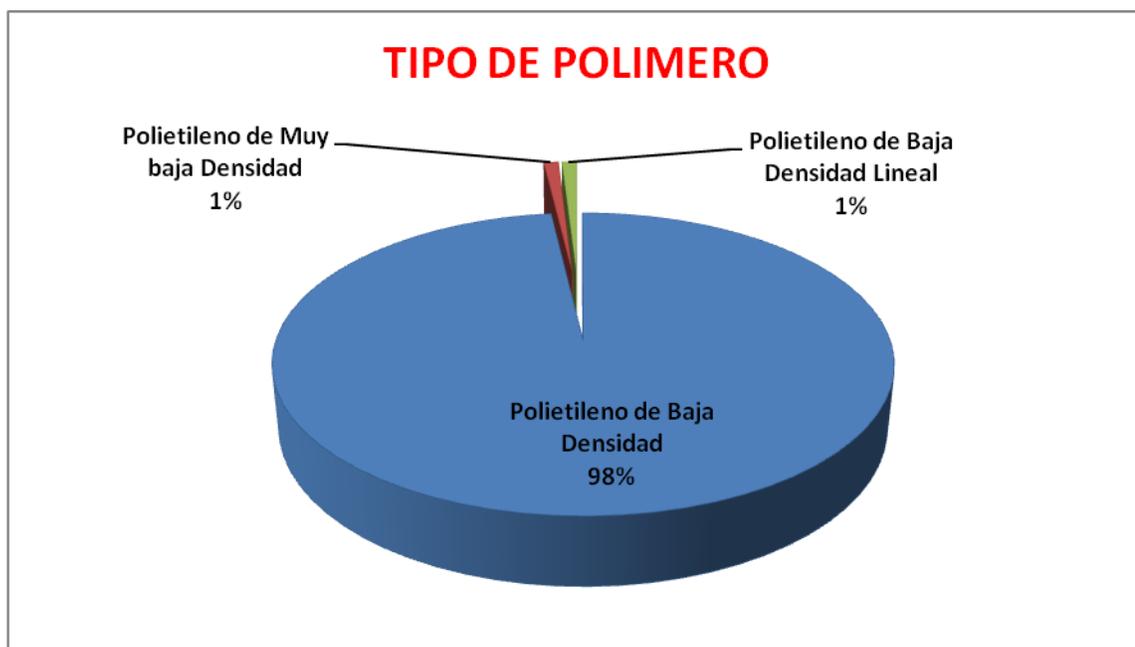
Las muestras recolectadas se analizaron en el Laboratorio Fisicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, utilizando el Espectrofotómetro Infrarrojo Shimadzu IRAffinity-1, para la obtención del espectro. (Ver anexo N° 11).

Los espectros obtenidos se compararon con el banco de espectros del espectrofotómetro infrarrojo, con el fin de identificar el tipo de polímero que presenta la muestra analizada (Ver anexo N°12).

Dentro de las muestras analizadas los espectros que se compararon con el banco de espectros del equipo, se puede observar en la siguiente tabla:

**TABLA N°2. RESUMEN DEL PORCENTAJE DEL TIPO DE POLIMERO MAS UTILIZADO EN LAS 106 MUESTRAS ANALIZADAS**

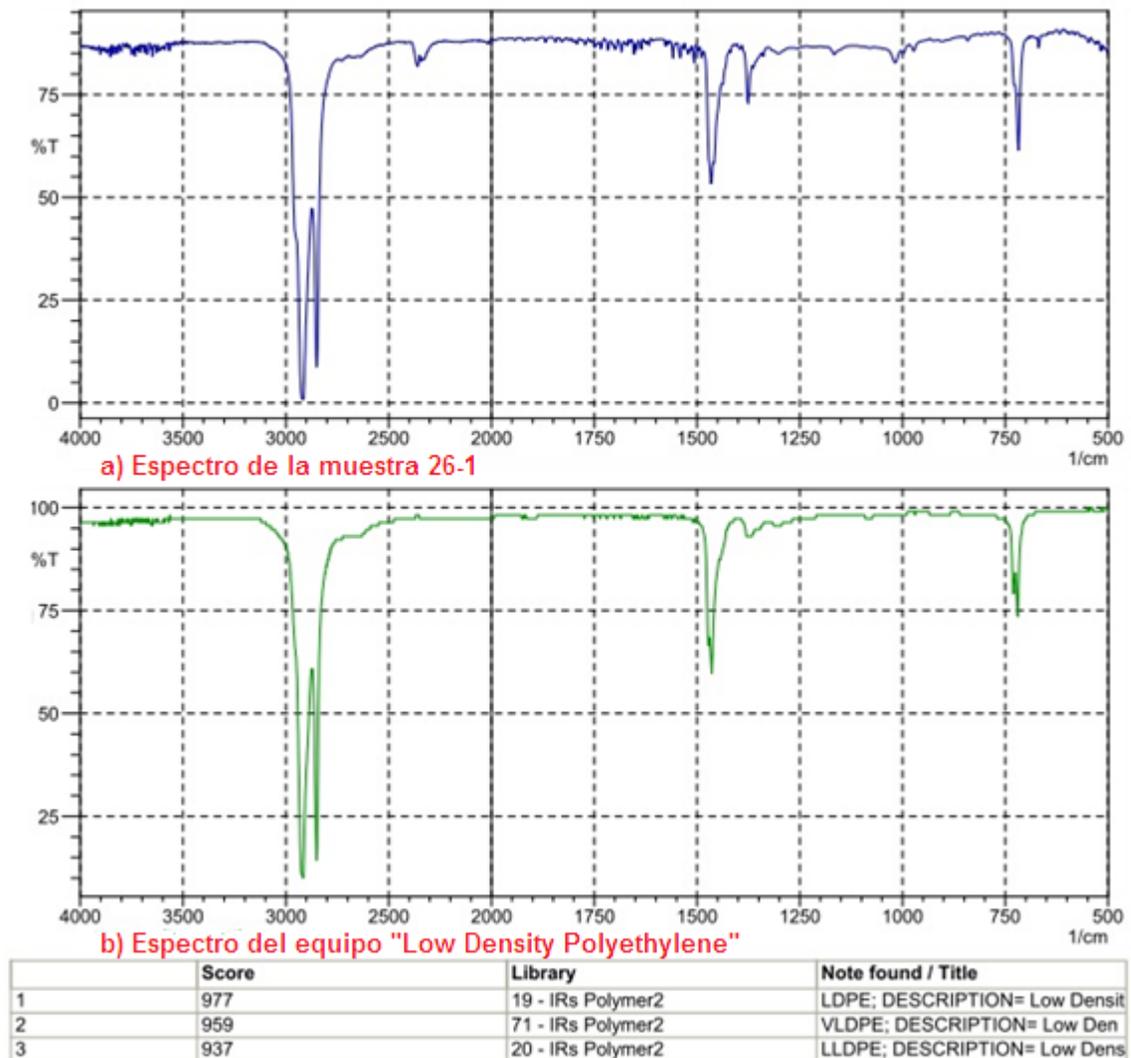
TIPO DE POLIMERO IDENTIFICADO	CANTIDAD	PORCENTAJE DE TIPO DE POLIMERO
Polietileno de Baja Densidad (LDPE)	104	98.12%
Polietileno de Muy Baja Densidad (VLDPE)	1	0.94%
Polietileno de Baja Densidad Lineal (LLDPE)	1	0.94%



**FIGURA N°3. GRAFICO DEL TIPO DE POLIMERO MAS UTILIZADO EN LAS 106 MUESTRAS ANALIZADAS**

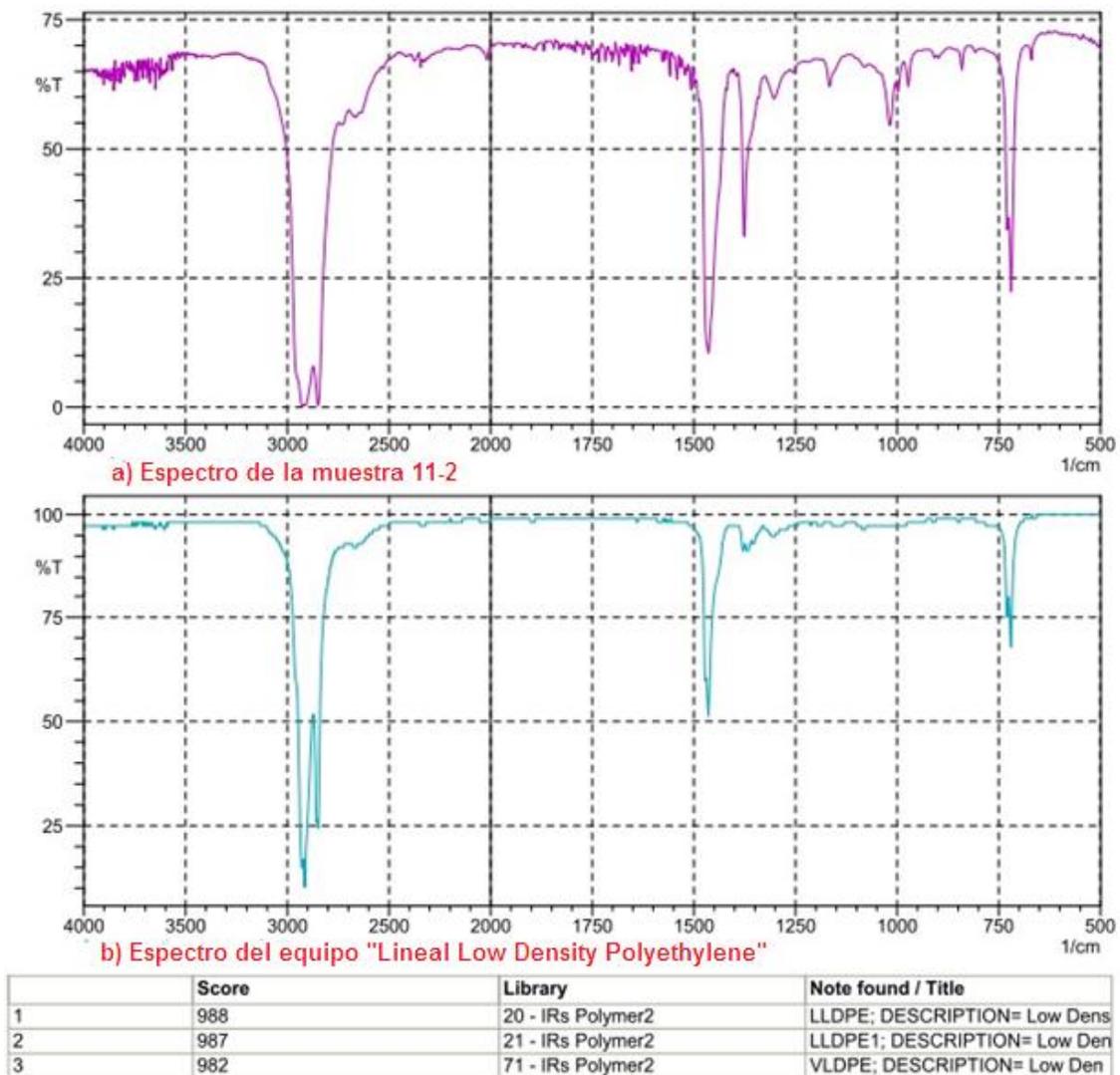
En las muestras analizadas se obtuvieron dos subclasificaciones de este polímero siendo una de ellas el Polietileno de Baja Densidad Lineal y la otra el Polietileno de Muy Baja Densidad, que son considerados según las investigaciones un polímero seguro para la salud (Ver anexo N°6).

A continuación se presentan los espectros obtenidos más representativos de las 106 muestras analizadas por medio del equipo Espectrofotómetro Infrarrojo Shimadzu IRAffinity-1.



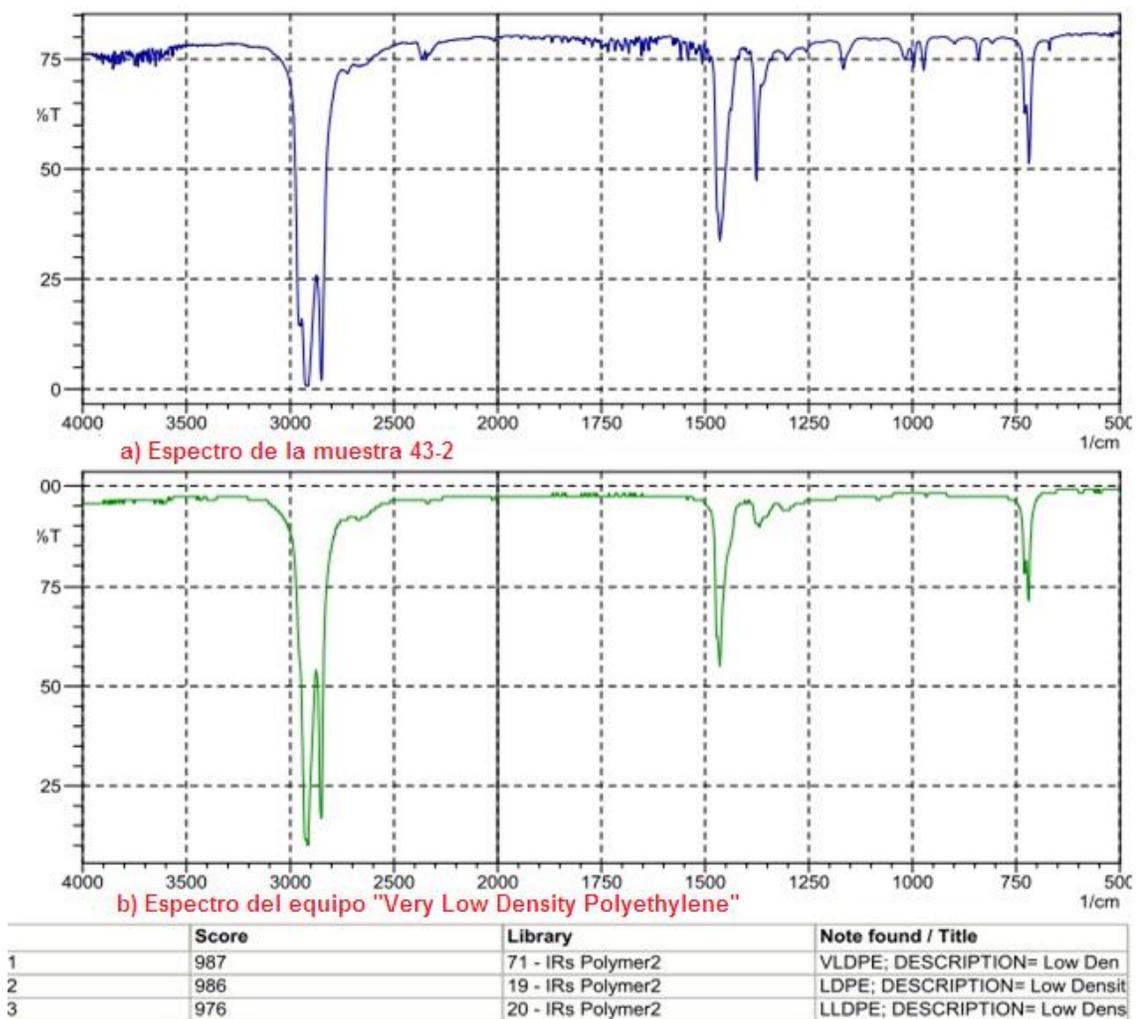
**FIGURA N°4. ESPECTRO OBTENIDO DE LA MUESTRA 26-1 COMPARANDO CON EL BANCO DE ESPECTROS DEL EQUIPO.**

El espectro de la muestra 26-1, fue identificado por el programa que compara el espectro obtenido con los espectros de la biblioteca del equipo, identificando el compuesto como Polietileno de Baja Densidad.



**FIGURA N°5. ESPECTRO OBTENIDO DE LA MUESTRA 11-2 COMPARANDO CON EL BANCO DE ESPECTROS DEL EQUIPO.**

El espectro de la muestra 11-2, fue identificado por el programa que compara el espectro obtenido con los espectros de la biblioteca del equipo, identificando el compuesto como Polietileno de Baja Densidad Lineal, que es una subclasificación del Polietileno de Baja Densidad.



**FIGURA N°6. ESPECTRO OBTENIDO DE LA MUESTRA 43-2 COMPARANDO CON EL BANCO DE ESPECTROS DEL EQUIPO**

El espectro de la muestra 43-2, fue identificado por el programa que compara el espectro obtenido con los espectros de la biblioteca del equipo, identificando el compuesto como Polietileno de Muy Baja Densidad, que es una subclasificación del Polietileno de Baja Densidad.

En general, la caracterización de los polímeros permitió conocer el tipo de plástico que utilizan para empaquetar los productos. En esta investigación el 98.12% utilizan el Polietileno de Baja Densidad, 0.94% utilizan el Polietileno de Muy Baja Densidad y 0.94% el Polietileno de Baja Densidad Lineal. En estos resultados influyen posiblemente las diferentes fuerzas de estiramiento del plástico en el análisis.

Según las investigaciones bibliográficas el Polietileno de Baja Densidad es considerado seguro para la salud comparándolo con otro tipo de polímeros en condiciones normales de temperatura. Pero si este tipo de polímero excede a los 60°C también puede causar daños a la salud por la liberación de sustancias tóxicas. (16) (20)

El Polietileno de Baja Densidad no es dañino para la salud en los seres humanos hasta cierta temperatura (Ver anexo N°6), pero si está causando grandes daños en el medio ambiente debido a que las bolsas de plástico son difíciles de reciclar y además tardan muchos años en degradarse.

Las formas de almacenamiento de los productos envasados en plástico son muy importantes, ya que algunos plásticos pueden liberar sustancias tóxicas a temperaturas altas, en algunos de los puntos de venta las bolsas con agua estaban cercanas a fuentes de calor como cocinas o fotocopiadoras causando probablemente alteración en los plásticos, generando posibles daños a la salud.

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

1. La caracterización del tipo de polímero es buscar principalmente la calidad del empaque para envasar agua en presentación de bolsa, con el fin de saber los impactos que pueden presentar en la salud y medio ambiente, ya que el uso del plástico cada vez es más frecuente, produciendo así una considerable cantidad de residuos a nivel mundial, y peor aún, que la mayor parte de los plásticos no pueden ser eliminados.
2. La investigación permite de manera clara, concreta y práctica, la aplicación de la metodología de Espectrofotometría Infrarroja, para el análisis e identificación de los materiales orgánicos, como son los plásticos.
3. Adicionalmente, el desarrollo de este trabajo aporta un conocimiento importante en general, debido a que se desconoce el tipo de polímero que están utilizando para envasar agua en presentación de bolsa.
4. Desde el punto de vista económico se concluye que las industrias fabricantes de bolsas, utilizan el Polietileno de Baja Densidad debido a su bajo costo.
5. Desde el punto de vista de la salud, se concluye que el Polietileno de Baja Densidad no genera problemas a los seres humanos al menos en los estudios realizados hasta el momento, con la única condición que el almacenamiento de este plástico no exceda la temperatura de 60°C.

**CAPITULO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. Sustituir estos polímeros por polímeros biodegradables para disminuir el impacto del plástico en el medio ambiente. Aunque, el principal inconveniente al que se tiene que hacer frente es el elevadísimo precio de los polímeros biodegradables, si se compara con los tradicionales.
2. Crear un apartado en la normativa actual de agua envasada donde se describa del tipo de polímero a utilizar en las industrias, con el fin de que se implemente y regule a nivel nacional el envasado en presentación de bolsa, o gestionar un estándar de comparación de los diferentes plásticos para ver la calidad de los empaques.
3. Eliminar la utilización de bolsas para envasar agua, y en su lugar utilizar botellas, debido a que las botellas de plástico son reciclables, disminuyendo así el impacto en el medio ambiente.
4. Evitar el uso de plásticos con los números de clasificación establecidos 3, 6, y 7, debido a: **N°3 –Cloruro Polivinílico (PVC)**. El PVC con frecuencia contiene plomo y ftalatos, que pueden causar cáncer.<sup>(1)</sup>; **N°6 –Poliestireno (PS)**. Se sospecha que es cancerígeno y neurotóxico.<sup>(1)</sup>; **N°7 –Otro (por lo general policarbonato)**. El bisfenol A (BPA) actúa como un interruptor hormonal.<sup>(1)</sup>

5. Evitar calentar, y usar el microondas para alimentos en recipientes de plástico, ya que puede ocurrir la filtración de químicos tóxicos del plástico a los alimentos o líquidos.
6. Establecer una técnica de estiramiento de la muestra de plástico, con el fin de obtener óptimos resultados en el análisis.
7. Ampliar el estudio a otros departamentos del país; así como también realizarlo con mayor número de muestras o a otro tipo de empaques de alimentos para profundizar más en este tema.

## BIBLIOGRAFIA

1. Aditivos para plásticos; México; [Acceso: 8 de marzo de 2011] N° de págs. 91. Disponible en: <http://investigadores.ciqa.mx/maestria/docs/Aditivos1.ppt>
2. Aniq/ Angel Urraza; Clasificación de los plásticos; México; [Acceso: 12 de mayo de 2011]; Disponible en: <http://www.aniq.org.mx/cipres/clasificacion.asp>
3. Arqhys/ Julio José Moreno; Polímeros; Republica Dominicana; [actualización: marzo de 2011; acceso: 24 de mayo de 2011];  
Disponible en: <http://www.arqhys.com/arquitectura/polimeros.html>
4. Borja Orantes, Jennifer María; Eva Hernández, Sonia Jeannette; 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. 127- 138.
5. Castillo Machuca, Karla Ileana, Fajado Mendoza, José Mauricio, Morataya Sánchez, Elmer Adolfo, Sánchez Molina, Nelvin Francisco; Desarrollo de una metodología que permita evaluar el diseño empaques y embalaje de productos de El Salvador. Facultad de Ingeniería, Universidad de el Salvador; 2000. Págs. vii, 6-7
6. Comité Normalizador 13.07.02:08; NORMA SALVADOREÑA NSO 13.07.02:08; AGUA. AGUA ENVASADA, año 2008; págs. 3-4. Disponible en: [http://www.gaisa-mspas.gob.sv/vagua/NORMA\\_AGUA\\_ENVASADA08.pdf](http://www.gaisa-mspas.gob.sv/vagua/NORMA_AGUA_ENVASADA08.pdf);  
[Acceso: 8 de Marzo de 2011]

7. Cuidado Infantil Eco- Saludable; Estados Unidos; [acceso: 8 de marzo de 2011]; Plásticos y juguetes de plástico; [N° de págs. 2]; Disponible en:  
<http://www.oeconline.org/resources/livinggreen/pdfs/translated-eco-healthy-tips/spanish/SP%20Plastics%20%20Plastic%20Toys.pdf>
8. Departamento de Ciencia de Polímeros; Polystyrene; Universidad del Sur de Missisipi; 1995-1996; [acceso: 25 de mayo de 2011]; Disponible en:  
<http://pslc.ws/spanish/styrene.htm>
9. Escuela de Ingenierías Industriales- UVA; Aplicaciones de los Policarbonatos; España; 2003- 2004; [acceso: 25 de abril de 2011]; Disponible en:  
<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso03-04/PC/Aplicaciones.htm>
10. Escuela de Ingenierías Industriales- UVA; Polietileno de Baja Densidad PEBD; España; 2007- 2008; [acceso: 20 de mayo de 2011]; Disponible en:  
<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso07-08/pe/polietileno%20de%20baja%20densidad.htm>
11. HISTORIA DEL PLASTICO; [Acceso: 12 de Abril de 2011]; Disponible en:  
[http://www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/tecnologia/decaragar\\_materiales-plasticos.pdf](http://www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/tecnologia/decaragar_materiales-plasticos.pdf)
12. Industrias JQ; Plásticos de Ingeniería; Argentina; [fecha de revisión: 14/10/10; acceso: 25 de abril de 2011] Policarbonato [ aproximadamente 3 pantallas]; Disponible en:  
<http://www.jq.com.ar/Imagenes/Productos/Policarbonato/dtecnicos/propiedades.htm>

13. Manual de Química Analítica III/ FQF/UES 2011; Práctica N°5 Espectroscopía de Absorción en el Infrarrojo; págs. 53-58.
14. MiTecnologico; Tipos de plástico; [acceso: 13 de mayo de 2011]; Disponible en: <http://www.mitecnologico.com/Main/TiposDePlasticos>
15. Monografias.com/ Alcoser Serrano Paco; PLASTICOS; Guayaquil- Ecuador; 2006; [Acceso: 8 de Marzo de 2011]; Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos32/plasticos/plasticos.shtml>
16. Materiales plásticos. Medioambiente; [acceso: 8 de marzo de 2011]; Peligros ambientales del uso masivo de los plásticos; [N° de págs. 2]; Disponible en: <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/02/medioambiente-plasticos.pdf>
17. Resopal S.A.; Poliestireno; Madrid- España; [acceso: 13 de mayo de 2011]; Disponible en: <http://www.resopal.com/lt/es/RO/Soportes/Poliestireno.htm>
18. Tecnología de los Plásticos; blogspot; Policarbonato; [acceso: 24 de mayo de 2011]; Disponible en: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/policarbonato.html>
19. TECNOLOGIA DE POLIMEROS, [Acceso: 8 de marzo de 2011]; Tema 2. TIPOS DE PLASTICOS, ADITIVACION Y MEZCLADO [N° de págs. 30]; Disponible en: <http://iq.ua.es/TPO/Tema2.pdf>
20. Wei, Chen Guo; Revista semanal de Educación para la salud; Taiwan, 2 de mayo de 2005; [Acceso: 15 de mayo de 2011]; Disponible en: <http://163.30.125.7/~environ/healthnews/20050502.pdf>

21. Wikipedia; Aditivos para plástico; Junio 2006; [Actualizada: 18 de octubre de 2010; acceso: 8 de marzo de 2011]; Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Aditivos\\_para\\_pl%C3%A1stico](http://es.wikipedia.org/wiki/Aditivos_para_pl%C3%A1stico)
22. Wikipedia; Bisfenol A; Mayo 2010; [Actualizada: 15 de mayo de 2011; acceso: 24 de mayo de 2011]; Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Bisfenol\\_A](http://es.wikipedia.org/wiki/Bisfenol_A)
23. Wikipedia; Dioxina; Julio 2004; [Actualizada: 18 de abril de 2011; acceso: 24 de mayo de 2011]; Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Dioxina>
24. Wikipedia; Espectroscopía Infrarroja; Marzo 2004; [Actualizada: 19 de julio de 2010; acceso: 4 de mayo de 2011]; Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia\\_infrarroja](http://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia_infrarroja)
25. Wikipedia; Ftalato; Mayo 2005; [Actualizada: 6 de mayo de 2011; acceso: 24 de mayo de 2011]; Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ftalato>
26. Wikipedia; Interruptor Endócrino; Octubre 2008; [Actualizada: 10 de mayo de 2011; acceso: 24 de mayo de 2011]; Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor\\_endocrino](http://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_endocrino)
27. Wikipedia; Monómero; Noviembre de 2003; [Actualizada en: 25 de octubre de 2010; acceso: 12 de marzo de 2011]; Disponible en:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Mon%C3%B3mero>
28. Wikipedia; Policloruro de Vinilo; Abril 2005; [Actualizada en: 24 de abril de 2011; acceso: 3 de mayo de 2011] Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro\\_de\\_vinilo](http://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro_de_vinilo)

29. Wikipedia; Poliestireno; Junio 2004; [Actualizada en: 5 de abril de 2011;

acceso: 20 de abril de 2011] Disponible en:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Poliestireno>

30. Wikipedia; Polipropileno; Febrero 2005; [Actualizada en : 11 de abril del 2011;

acceso: 12 de mayo de 2011] Disponible en :

<http://es.wikipedia.org/wiki/Polipropileno>

31. Wikiversidad; Termoendurecibles o Termoestables; Noviembre 2010;

[Actualizada: 10 de noviembre de 2010; acceso: 24 de mayo de 2011];

Disponible en:

[http://es.wikiversity.org/wiki/Termoendurecibles\\_o\\_termoestables](http://es.wikiversity.org/wiki/Termoendurecibles_o_termoestables)

32. Wikipedia; Linear low-density polyethylene; 2 de febrero de 2008;

[Actualizada: 28 de agosto de 2011; acceso: 14 de noviembre de 2011];

Disponible en: [http://en.wikipedia.org/wiki/Linear\\_low-density\\_polyethylene](http://en.wikipedia.org/wiki/Linear_low-density_polyethylene)

33. Wikipedia; Very low density polyethylene; 16 de septiembre de 2006;

[Actualizada: 3 de febrero de 2008; acceso: 14 de noviembre de 2011];

Disponible en: <http://plastics.inwiki.org/VLDPE>

## GLOSARIO

**Aditivos para plástico:** son químicos 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. (21)

**Agua Envasada:** es aquella apta para el consumo humano, contenida en recipientes apropiados, aprobados por la autoridad competente, con cierre hermético que garantice las características de cumplimiento de esta norma, sin aditivos que modifiquen sus características organolépticas, debiendo permanecer en tal condición hasta que llegue a manos del consumidor final. (6)

**Bisfenol A:** compuesto orgánico con dos grupos funcionales fenol. Es un bloque disfuncional de muchos importantes plásticos y aditivos plásticos. (22)

**Celdas o cubetas:** recipientes fabricados con material que permite el paso de la radiación en la región espectral que interesa. (24)

**Dioxinas:** son compuestos químicos obtenidos a partir de procesos de combustión que implican al cloro. El término se aplica indistintamente a las policlorodibenzofuranos (PCDF) y las policlorodibenzodioxinas (PCDD). (23)

**Elastómero:** Son compuestos que contienen dobles enlaces en la cadena principal, de modo que las cadenas de polímeros se encuentran enrolladas sobre si mismas, lo que les confiere gran flexibilidad. (27)

**Envase:** es aquel contenedor con grado alimenticio inmediato en el cual el agua producida es empacada. (6)

**Espectro:** es la imagen o registro gráfico de diferentes muestras y se expresan en unidades de longitud de onda, absorbancia o transmitancia. (24)

**Espectroscopía Infrarroja:** (Espectroscopia IR) es la rama de la espectroscopia que trata con la parte infrarroja del espectro electromagnético. Esta cubre un conjunto de técnicas, siendo la más común una forma de espectroscopia de absorción. Así como otras técnicas espectroscópicas, puede usarse para identificar un compuesto e investigar la composición de una muestra. (24)

**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. (25)

**Interrupción hormonal:** sustancia química, ajena al cuerpo humano o a la especie animal a la que afecta, capaz de alterar el equilibrio hormonal de los organismos de una especie, es decir, de generar la interrupción algunos procesos fisiológicos controlados por hormonas, o de generar una respuesta de mayor o menor intensidad que lo habitual. (26)

**Monómero:** (del griego *mono*, uno y *meros*, parte) es una molécula de pequeña masa molecular que unida a otros monómeros, a veces cientos o miles, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes, forman macromoléculas llamadas polímeros. (27)

**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. (32)

**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). (33)

**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. (19)

**Termoestable:** son cadenas de polímeros con enlaces altamente cruzados, que forman una estructura de red tridimensional. Ya que las cadenas no pueden girar ni deslizarse, estos polímeros poseen buena resistencia, rigidez y dureza. Son cadenas de polímeros con enlaces altamente cruzados, que forman una estructura de red tridimensional. Ya que las cadenas no pueden girar ni deslizarse, estos polímeros poseen buena resistencia, rigidez y dureza. (31)

**Termoplástico:** son polímeros lineales, que pueden estar ramificados o no. Puesto que no se encuentran entrecruzados son polímeros solubles en algunos disolventes orgánicos, son capaces de fundir y se ablandan con el calor, pudiéndose moldear con nuevas formas que se conservan al enfriarse, por tanto, reciclables. (31)

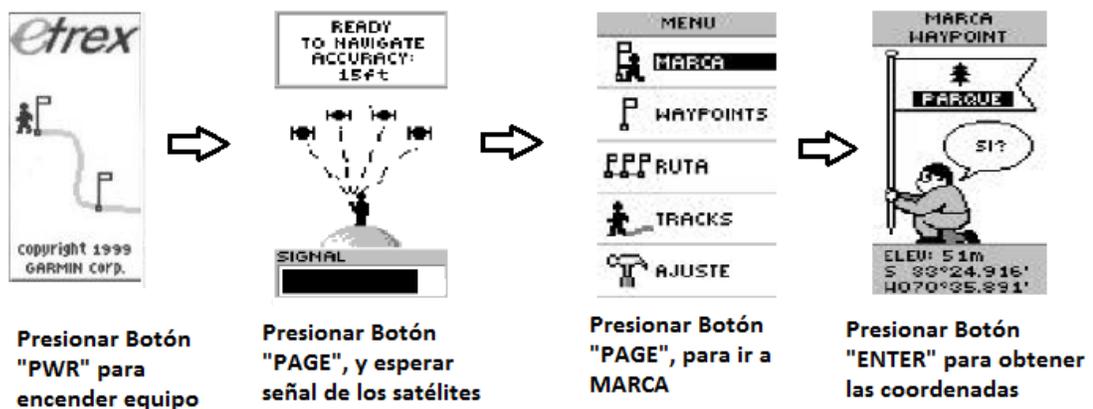
**ANEXOS**

**ANEXO N°1**

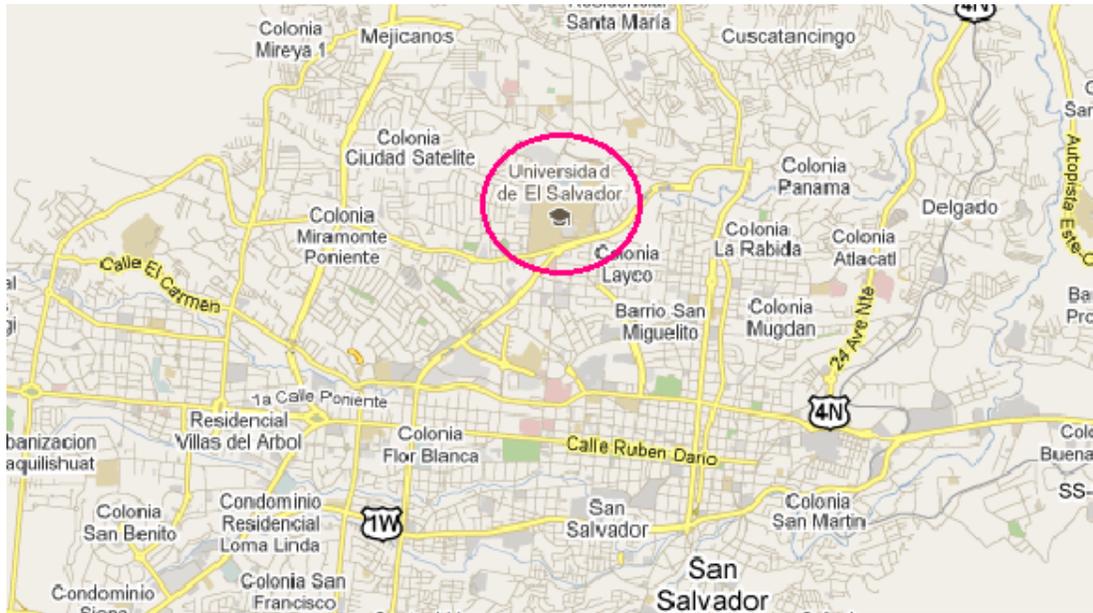
**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PARA COORDENADAS Y MAPAS DE  
UBICACION DE ZONAS DE MUESTREO**



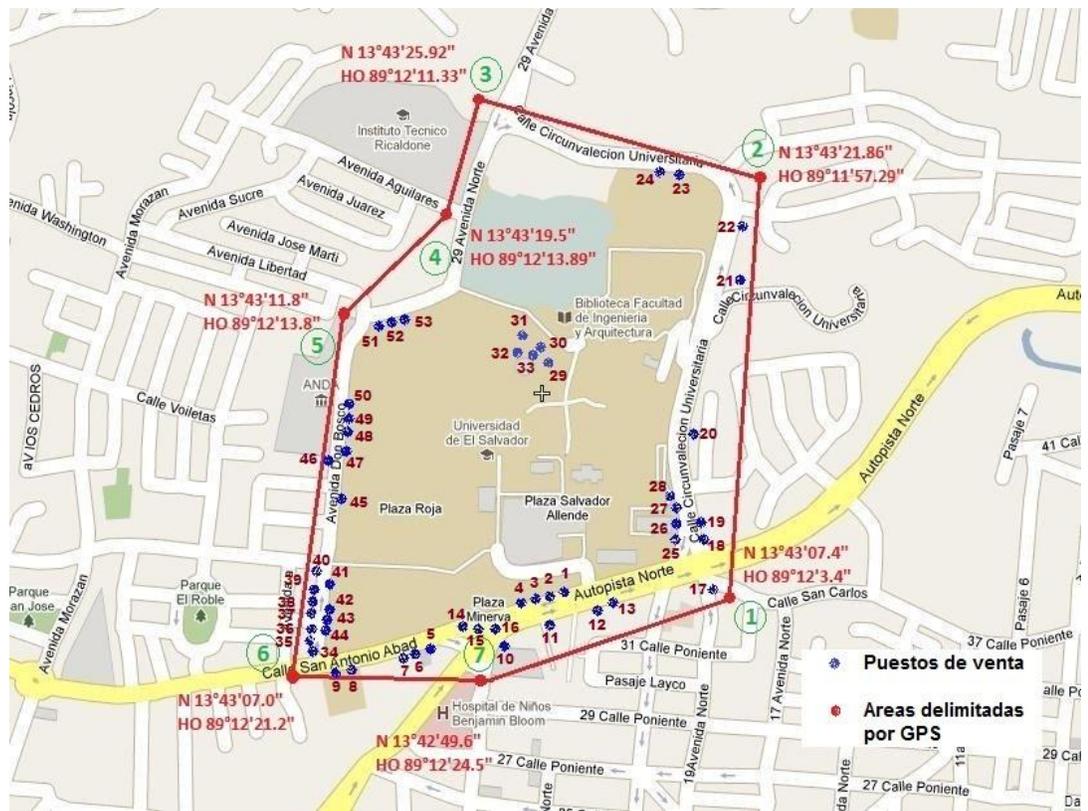
**FIGURA N°7. DESCRIPCIÓN DE LOS BOTONES DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)**



**FIGURA N°8 PROCEDIMIENTO PARA USO DE GPS**



**FIGURA N°9 MAPA DE UBICACIÓN DE UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**



**FIGURA N°10 MAPA DE UBICACIÓN DE ZONAS DE MUESTREO**

**ANEXO N°2**

**HISTORIA DEL PLASTICO**

## **Origen e Historia** <sup>(11)</sup>

El primer plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860, cuando el fabricante estadounidense de bolas de billar Phelan and Collander ofreció una recompensa de 10.000 dólares a quien consiguiera un sustituto aceptable del marfil natural, destinado a la fabricación de bolas de billar. Una de las personas que compitieron fue el inventor norteamericano Wesley Hyatt, quien desarrolló un método de procesamiento a presión de la piroxilina, un nitrato de celulosa de baja nitración tratado previamente con alcanfor y una cantidad mínima de disolvente de alcohol. Si bien Hyatt no ganó el premio, su producto, patentado con el nombre de celuloide, se utilizó para fabricar diferentes objetos.

El celuloide tuvo un notable éxito comercial a pesar de ser inflamable y de su deterioro al exponerlo a la luz. El celuloide se fabricaba disolviendo celulosa, un hidrato de carbono obtenido de las plantas, en una solución de alcanfor y etanol. Con él se empezaron a fabricar distintos objetos como mangos de cuchillo, armazones de lentes y película cinematográfica. Sin éste, no hubiera podido iniciarse la industria cinematográfica a fines del siglo XIX. Puede ser ablandado repetidamente y moldeado de nuevo mediante calor, por lo que recibe el calificativo de termoplástico.

En 1909 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland (1863–1944) sintetizó un polímero de interés comercial, a partir de moléculas de

fenol y formaldehído. Este producto podía moldearse a medida que se formaba y resultaba duro al solidificar. No conducía la electricidad, era resistente al agua y los disolventes, pero fácilmente mecanizable. Se lo bautizó con el nombre de baquelita (o bakelita), el primer plástico totalmente sintético de la historia.

Baekeland nunca supo que, en realidad, lo que había sintetizado era lo que hoy conocemos con el nombre de copolímero. A diferencia de los homopolímeros, que están formados por unidades monoméricas idénticas (por ejemplo, el polietileno), los copolímeros están constituidos, al menos, por dos monómeros diferentes.

Otra cosa que Baekeland desconocía es que el alto grado de entrecruzamiento de la estructura molecular de la baquelita le confiere la propiedad de ser un plástico termoestable, es decir que puede moldearse apenas concluida su preparación. En otras palabras, una vez que se enfría la baquelita no puede volver a ablandarse.

Esto la diferencia de los polímeros termoplásticos, que pueden fundirse y moldearse varias veces, debido a que las cadenas pueden ser lineales o ramificadas pero no presentan entrecruzamiento.

## **Evolución** <sup>(11)</sup>

Los resultados alcanzados por los primeros plásticos incentivaron a los químicos y a la industria a buscar otras moléculas sencillas que pudieran enlazarse para crear polímeros. En la década del 30, químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión, formando un termoplástico al que llamaron polietileno (PE). Hacia los años 50 aparece el polipropileno (PP).

Al reemplazar en el etileno un átomo de hidrógeno por uno de cloro se produjo el cloruro de polivinilo (PVC), un plástico duro y resistente al fuego, especialmente adecuado para cañerías de todo tipo. Al agregarles diversos aditivos se logra un material más blando, sustitutivo del caucho, comúnmente usado para ropa impermeable, manteles, cortinas y juguetes.

Un plástico parecido al PVC es el politetrafluoretileno (PTFE), conocido popularmente como teflón y usado para rodillos y sartenes antiadherentes.

Otro de los plásticos desarrollados en los años 30 en Alemania fue el poliestireno (PS), un material muy transparente comúnmente utilizado para vasos, pajillas. El poliestireno expandido (EPS), una espuma blanca y rígida, es usado básicamente para embalaje y aislante térmico.

También en los años 30 se crea la primera fibra artificial, el nylon. Su descubridor fue el químico Wallace Carothers, que trabajaba para la empresa Dupont. Descubrió que dos sustancias químicas como el hexametildiamina y ácido adípico, formaban polímeros que bombeados a través de agujeros y estirados formaban hilos que podían tejerse. Su primer uso fue la fabricación de paracaídas para las fuerzas armadas estadounidenses durante la Segunda Guerra Mundial, extendiéndose rápidamente a la industria textil en la fabricación de medias y otros tejidos combinados con algodón o lana. Al nylon le siguieron otras fibras sintéticas como por ejemplo el orlón y el acrilán.

En la presente década, principalmente en lo que tiene que ver con el envasado en botellas y frascos, se ha desarrollado vertiginosamente el uso del tereftalato de polietileno (PET), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases.

**ANEXO N°3**  
**PROPIEDADES DE LOS PLASTICOS**

**CUADRO N° 2. PROPIEDADES DE LOS PLASTICOS** <sup>(15)</sup>

PROPIEDADES	
<b>MECANICAS</b>	Los plásticos presentan una resistencia mecánica relativamente menor, debido a que tiene estructura molecular y contiene elasticidad menor, esto dependiendo de las propiedades mecánicas con respecto al tiempo, y la temperatura.
<b>TERMICAS</b>	El comportamiento térmico de los plásticos también es función de su estructura; los plásticos termofijos son quebradizos a lo largo de todo el intervalo de temperaturas, no reblandecen y no funden; un poco por debajo de su temperatura de descomposición se observa una pérdida de rigidez. Algunos plásticos se vuelven quebradizos a bajas temperaturas que son específicas para cada uno de ellos. Si las temperaturas aumentan, se disminuye la rigidez. Los electrones de los plásticos carecen de movilidad, por ello, son materiales con conductividad térmica baja, siendo aislantes térmicos.
<b>ELECTRICAS</b>	Los plásticos no disponen de electrones libres móviles, tienen un buen comportamiento como aislantes, es frecuente utilizarlos en la industria eléctrica y electrónica, por ejemplo, para carcazas, aislantes; enchufes, recubrimiento de cable y alambre, entre otros.
<b>QUIMICAS</b>	Por ser los plásticos materiales inertes (no reactivos) frente a la mayoría de las sustancias líquidas, sólidas y gaseosas comunes, muestran mejores propiedades químicas que los materiales tradicionales como papel, madera, cartón y metales, siendo superados únicamente por el vidrio.
<b>ABSORCION DE HUMEDAD</b>	Esta propiedad es distinta para los diferentes tipos de plásticos, consiste en la absorción de humedad presente en el aire o por la inmersión en agua, siendo dependiente del grado de polaridad de cada plástico. Por ejemplo, los plásticos no polares como el PE, PP, PS, PTFE, absorben muy poca agua; en cambio, los plásticos polares como los Poliamidas o los Poliésteres termoplásticos, absorben gran cantidad de ella.
<b>PERMEABILIDAD</b>	La permeabilidad es una propiedad que tiene gran importancia en la utilización de los plásticos del sector envase, por ejemplo, en láminas, películas y botellas. La permeabilidad frente a gases y vapor de agua es un criterio esencial para la selección del tipo de material, según el producto a envasar: alimentos. La permeabilidad también depende del grosor y de la temperatura.
<b>FRICCION Y DESGASTE</b>	El comportamiento de los plásticos ante la fricción es muy complejo, se caracteriza por la interacción de los materiales involucrados; en el fenómeno, la estructura superficial, el lubricante, la carga específica y la velocidad de desplazamiento.

**ANEXO N°4**

**CUADRO RESUMEN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PLASTICO**

**CUADRO N°3. RESUMEN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PLASTICO** (2) (4) (14) (10) (12) (9) (18)(17)

NOMBRE Y ABREVIATURA	CODIGO DE IDENTIFICACION	PROPIEDADES	APLICACIONES	METODOS DE OBTENCION
Polietilentereftalato (PET o PETE)		<ul style="list-style-type: none"> <li>* Alta rigidez y dureza.</li> <li>* Altísima resistencia a los esfuerzos permanentes.</li> <li>* Superficie barnizable.</li> <li>* Gran indeformabilidad al calor.</li> <li>* Muy buenas características eléctricas y dieléctricas.</li> <li>* Alta resistencia a los agentes químicos y estabilidad a la intemperie.</li> <li>* Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad que lo hacen muy adecuado para la fabricación de fibras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Envases de bebidas gaseosas,</li> <li>* Jugos,</li> <li>* Jarabes,</li> <li>* Aceites comestibles,</li> <li>* Bandejas,</li> <li>* Artículos de farmacia,</li> <li>* Medicamentos.</li> </ul>	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 <sup>2</sup> de presión y temperatura de 25 a 100°C.

**CUADRO N° 3 CONTINUACION....**

NOMBRE Y ABREVIATURA	CODIGO DE IDENTIFICACION	PROPIEDADES	APLICACIONES	METODOS DE OBTENCION
Policloruro de vinilo (PVC)		<ul style="list-style-type: none"> <li>* Es necesario añadirle aditivos para que adquiriera las propiedades que permitan su utilización en las diversas aplicaciones.</li> <li>* Puede adquirir propiedades muy distintas.</li> <li>* Es un material muy apreciado y utilizado.</li> <li>* Tiene un bajo precio.</li> <li>* Puede ser flexible o rígido.</li> <li>* Puede ser transparente, translúcido u opaco</li> <li>* Puede ser compacto o espumado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Tuberías</li> <li>* Desagües</li> <li>* Aceites</li> <li>* Mangueras</li> <li>* Cables</li> <li>* Usos médicos como: catéteres, bolsas de sangre, juguetes, botellas.</li> </ul>	<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° 3 CONTINUACION....**

NOMBRE Y ABREVIATURA	CODIGO DE IDENTIFICACION	PROPIEDADES	APLICACIONES	METODOS DE OBTENCION
Polipropileno (PP)		<ul style="list-style-type: none"> <li>* Excelente comportamiento bajo tensiones y estiramientos.</li> <li>* Resistencia mecánica.</li> <li>* Elevada flexibilidad.</li> <li>* Resistencia a la intemperie.</li> <li>* Reducida cristalización.</li> <li>* Fácil reparación de averías.</li> <li>* Buenas propiedades químicas y de impermeabilidad.</li> <li>* Aprobado para aplicaciones con agua potable.</li> <li>* No afecta al medio ambiente.</li> </ul>	<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 <math>\text{TiCl}_4</math> etalíenos formándose copolímeros al agregar etileno durante el proceso. Esta última mejora las características fisicoquímicas del material para lograr diversas aplicaciones.</p>
Poliestireno (PS)		<ul style="list-style-type: none"> <li>* Termoplástico ideal para la elaboración de cualquier tipo de pieza o envase</li> <li>* Higiénico y económico.</li> <li>* Cumple la reglamentación técnico – sanitaria española.</li> <li>* Fácil de serigrafiar.</li> <li>* Fácil de manipular,</li> <li>* Se puede cortar</li> <li>* Se puede taladrar</li> <li>* Se puede perforar.</li> </ul>	<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 estilbenceno 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 CONTIINUACION....**

NOMBRE Y ABREVIATURA	CODIGO DE IDENTIFICACION	PROPIEDADES	APLICACIONES	METODOS DE OBTENCION
Otros (Nylon, acrílicos y policarbonato)		<p>POLICARBONATO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a golpes extremadamente elevada</li> <li>- Transparente</li> <li>- Resistencia y rigidez elevadas</li> <li>- Elevada dureza</li> <li>- Elevada resistencia a la deformación térmica</li> <li>- Elevada estabilidad dimensional (elevada resistencia a la fluencia)</li> <li>- Buenas propiedades de aislamiento eléctrico</li> <li>- Elevada resistencia a la intemperie</li> <li>- Alta resistencia a rayos de gran energía</li> </ul>	<p>Fabricación de botellas de agua, biberones de bebés que pueden ser esterilizados, presenta utilidad en el campo de la construcción, para realizar cerramientos verticales y horizontales de seguridad, porque son "irrompibles" y porque se pueden moldear fácilmente para dar resultados con una estética mucho más agradable que el vidrio con menos peso.</p>	<p>El primer paso para obtener un policarbonato es tratar el bisfenol A con NaOH. El grupo hidroxilo va a cumplir la función que cumplen los álcalis, tomando un protón del bisfenol A. Cuando esto sucede, el grupo hidroxilo se transforma en una molécula de agua y el bisfenol A, que es un alcohol, se encontrará en su forma de sal disódica. Luego, sobre el grupo alcohol del bisfenol A, ocurre la misma reacción otra vez.</p>

**ANEXO N° 5**  
**TIPOS DE ADITIVOS PARA PLASTICOS**

**CUADRO N°4. TIPOS DE ADITIVOS PARA PLASTICOS** <sup>(19)</sup>

<b>ADITIVOS</b>	<b>FUNCIONES</b>
<b>PLASTIFICANTES</b>	Un plastificante puede reducir la viscosidad del fundido, rebajar la temperatura de transición vítrea o disminuir el módulo elástico del fundido. Es decir modifica las propiedades mecánicas.
<b>ESTABILIZANTES</b>	Deben ser capaces de controlar los procesos que tienen lugar durante la descomposición de los polímeros, además deben tener buena compatibilidad con el polímero, efectividad a bajas concentraciones, no afectar a otras propiedades de la formulación, bajo coste, y en ocasiones, estar exentos de color, olor y toxicidad.
<b>LUBRICANTES</b>	Los lubricantes se utilizan para disminuir las fuerzas de fricción y reducir el desgaste de dos cuerpos que rozan entre sí.
<b>CARGAS</b>	Son materiales sólidos que se añaden a las formulaciones de plásticos y adhesivos, con objeto de reducir costes. Una carga debería no interferir con las propiedades del polímero (propiedades mecánicas, comportamiento reológico, color) y debería dispersarse en el polímero con facilidad.
<b>AGENTES ESPUMANTES</b>	Su función consiste en producir estructuras celulares en los plásticos, es decir, estructuras que contienen grandes proporciones de celdillas finas llenas de gas.
<b>MODIFICADORES DE IMPACTO</b>	Los modificadores de impacto se emplean para mejorar la resistencia al impacto, especialmente a bajas temperaturas. Esto se consigue generalmente mediante mezclas de polímeros, un termoplástico rígido y un elastómero, de tal modo que se obtienen plásticos con un amplio espectro de propiedades bien equilibradas.
<b>PIGMENTOS Y COLORANTES</b>	Modificadores de propiedades ópticas.

**ANEXO N°6**

**CUADRO DE LOS EFECTOS A LA SALUD CAUSADOS POR  
ALGUNOS PLASTICOS**

**CUADRO N° 5. TEMPERATURAS DE DESCOMPOSICION DE LOS  
PRINCIPALES PLASTICOS <sup>(20)</sup>**

<b>POLIETILENO TEREFALATO (PET) (BOTELLAS)</b>	
	<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.</p>
<b>POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) (BOLSAS DE PLÁSTICO)</b>	
	<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.</p>
<b>POLICLORURO DE VINILO (PVC) (BOTELLAS CON AGUA)</b>	
	<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.</p>
<b>POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (LDPE) * (BOLSAS DE PLASTICO, BOTELLAS DE LECHE)</b>	
	<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.</p>
<b>POLIPROPILENO (PP) (BOTELLAS DE LECHE)</b>	
	<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.</p>
<b>POLIESTIRENO (PS) (VAJILLA DE DURAPAX)</b>	
	<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.</p>

*\* El Polietileno de Muy Baja Densidad y el Polietileno de Baja Densidad Lineal están subclasificados dentro del Polietileno de Baja Densidad*

**CUADRO N°6. EFECTOS A LA SALUD CAUSADOS POR ALGUNOS PLASTICOS (7)**

	Nombre	Usos	Efectos Salud
	PET	Envases de cerveza, zumo, agua , detergentes...	Libera antimonio
	Polietileno Alta Densidad	Envases opacos y bolsas de basura.	Considerado el menos nocivo .
	PVC	Juguetes, envases, cañerías	Disruptor endócrino, asma, asociado con asma, alergias, problemas del hígado, riñones y huesos.
	Polietileno Baja Densidad	Bolsas de basura, envoltorios de plástico o botellas	Considerado seguro.
	Poliestireno	Envases para huevos, vasos y plásticos desechables, envases de comida para llevar	Problemas reproductivos en mujeres. Problemas en el cerebro y sistema nervioso en trabajadores con exposición intensa .
	Policarbonato	Enlatados, recipientes reutilizables para comida, biberones, DVDs y otros productos domésticos	Relacionado con diabetes, autismo, malformaciones mamarias, cáncer de próstata, enfermedad cardíaca o hepática.

**ANEXO N°7**

**ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO ESPECTROFOTÓMETRO  
INFRARROJO CON TRANSFORMADA DE FOURIER SHIMADZU  
IRAFFINITY-1**

**CUADRO N° 7. ESPECIFICACIONES DEL ESPECTROFOTOMETRO  
INFRARROJO SHIMADZU IRAFFINITY-1 (13)**

<b>Característica</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Interferómetro</b>	Interferómetro de Michelson (ángulo de incidencia de 30 grados)
	Sistema avanzado de alineamiento dinámico
	Interferómetro sellado y secado con desecador automático
<b>Divisor de radiación</b>	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 <sub>2</sub> para región cercana del IR (Opcional)
<b>Fuente</b>	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)
<b>Detector</b>	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)
<b>Rango de números de onda</b>	7,800 - 350 cm <sup>-1</sup>
	12,500 - 240 cm <sup>-1</sup> (Opcional)
<b>Resolución</b>	0.5, 1, 2, 4, 8, 16 cm <sup>-1</sup> (Intermedio/lejano del IR)
	2, 4, 8, 16 cm <sup>-1</sup> (cercano del IR)
<b>Razón S/N (señal/ruido)</b>	40,000: 1 y mayores (pico-a-pico, resolución de 4 cm <sup>-1</sup> , aprox. 2100 cm <sup>-1</sup> , escaneo (barrido) de 1 minuto)
<b>Sistema operativo</b>	Microsoft Windows 2000/XP
<b>Interface entre PC y FTIR</b>	IEEE 1394
<b>Monitoreo de hardware</b>	Auto diagnóstico, Monitor de estado
	Programa de validación en cumplimiento conforme con la Farmacopea Japonesa , Farmacopea Europea, Normas ASTM
<b>Procesamiento de datos</b>	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 numero de onda/longitud de onda, detección de pico, calculo de área del pico, calculo de espesor de película
<b>Procesamiento cuantitativo</b>	Curva de Calibración Multipunto con altura/área/radio o razón del pico, regresión multilinear (método MLR)
<b>Búsqueda de espectro</b>	Búsqueda de parámetros, Búsqueda, creación de Librería de espectros
<b>Proceso de impresión</b>	Generador de reportes
<b>Software opcionales</b>	Programación de Macro, cuantificación de PLS, curva adecuada, Presentación tridimensional con mapeo
<b>Rastreo de Auditoria</b>	Función de contenedor con almacenaje de interferograma/espectro de fondo (background), Historial de operación
	Protección con clave de ingreso
	Grabado Log
	Conformidad con FDA CFR Part 11, firma electrónica
<b>Detección de accesorios</b>	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, DuraSamplIR A, etc.
	Accesorios de reflectancia difusa; DRS-8000A, etc.
<b>Dimensiones</b>	600 (W) x 680 (L) x 290 (H) mm
<b>Peso</b>	54 Kg

**ANEXO N°8**  
**ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO, DESHUMIDIFICADOR,**  
**MATERIAL Y EQUIPO**



**FIGURA N°11. ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO  
IRAFFINITY-1 SHIMADZU**



**FIGURA N°12. DESHUMIDIFICADOR**

## **MATERIAL**

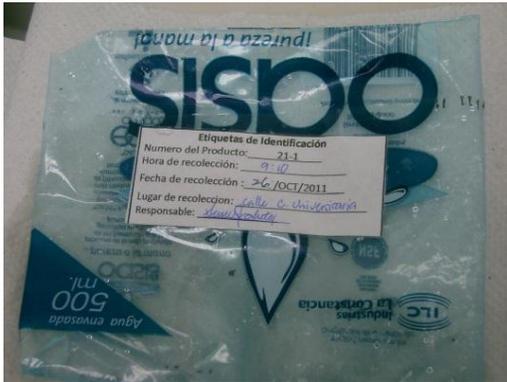
- Tijera
- Tirro
- Muestra de bolsa de plástico
- Etiquetas de identificación

## **EQUIPO**

- Espectrofotómetro Infrarrojo IRAffinity-1 SHIMADZU

**ANEXO N°9**

**TRATAMIENTO PREVIO DE LA MUESTRA**



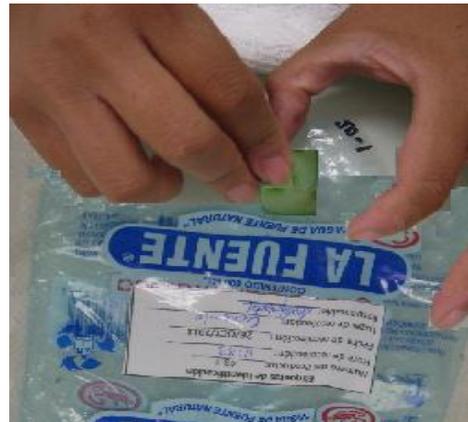
(a) Descartar el agua contenida en la bolsa de plástico a analizar



b) Secar y limpiar la bolsa de plástico con papel toalla.



(d) Estirar la bolsa de plástico lo más delgada posible



(c) Eliminar del plástico cualquier letra con algodón impregnado con alcohol





(e) Cortar un trozo de plástico



(f) Identificar el plástico cortado



(g) Pegar el plástico cortado en la celda con tirro.

**FIGURA N°13. PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO PREVIO PARA LA MUESTRA**

**ANEXO N°10**

**CUADRO DE GUIA DE OBSERVACION DE LAS FORMAS DE  
ALMACENAMIENTO DE LAS BOLSAS CON AGUA EN DIFERENTES  
PUNTOS DE VENTA**

**CUADRO N°8 GUÍA DE OBSERVACIÓN**

COORDENADAS	N° DE MUESTRA	TIPO DE ALMACENAMIENTO						OBSERVACIONES
								
1 - 2	17	.						
	18	.						
	19	.						
	20	.						
	21	.						
	22	.						
	25					.		
	26				.			
	27				.			
	28				.			
2 - 3	23	.						
	24	.						
4 - 5	51					.		
	52					.		
	53					.		

CUADRO N° 8 CONTINUACION....

COORDENADAS	N° DE MUESTRA	TIPO DE ALMACENAMIENTO						OBSERVACIONES
								
5 - 6	34						.	
	35					.		
	36					.		
	37					.		
	38				.			
	39		.					Paquete en el suelo bajo el sol
	40				.			
	41	.						
	42	.						
	43	.						
	44				.			
	45	.						
	46	.						
	47			.				
	48	.						
	49					.		
	50					.		

CUADRO N° 8 CONTINUACION....

COORDENADAS	N° DE MUESTRA	TIPO DE ALMACENAMIENTO						OBSERVACIONES
								
6 - 7	5				.			
	6				.			
	7	.						
	8	.						
	9	.						
	14					.		Cerca de cocina
	15					.		Cerca de cocina
7 - 1	1					.		
	2					.		
	3					.		
	4					.		
	10				.			
	11				.			
	12		.					paquete cerca de la fotocopiadora
	13					.		
	16					.		

CUADRO N° 8 CONTINUACION....

COORDENADAS	N° DE PUESTOS	TIPO DE ALMACENAMIENTO						OBSERVACIONES
								
INTERIOR DE LA UES	29		.					
	30	.						
	31	.						
	32	.						
	33	.						

SIMBOLOGIA



EN REFRIGERADORA



HIELERA



T° AMBIENTE



EN HUACAL CON HIELO BAJO UNA SOMBRILLA

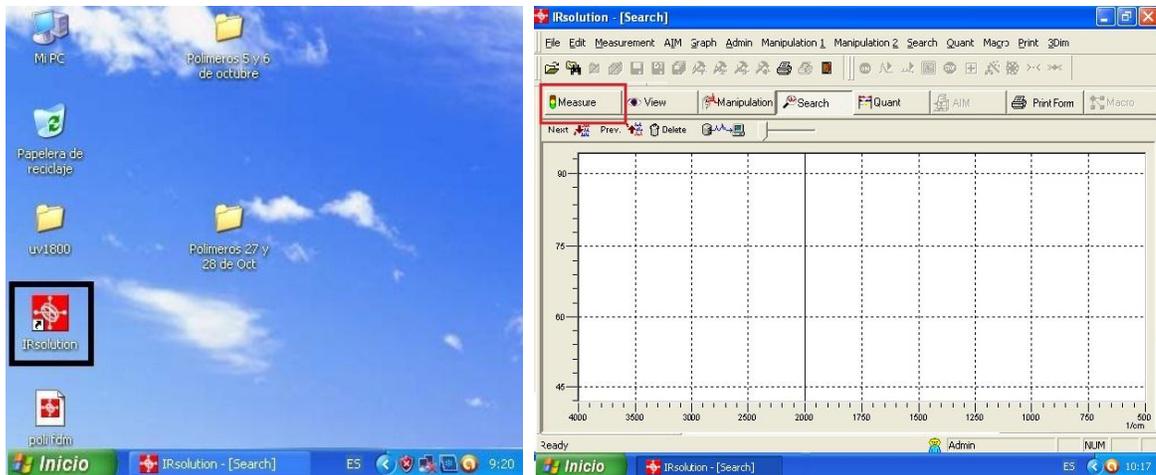


DIRECTAMENTE BAJO EL SOL



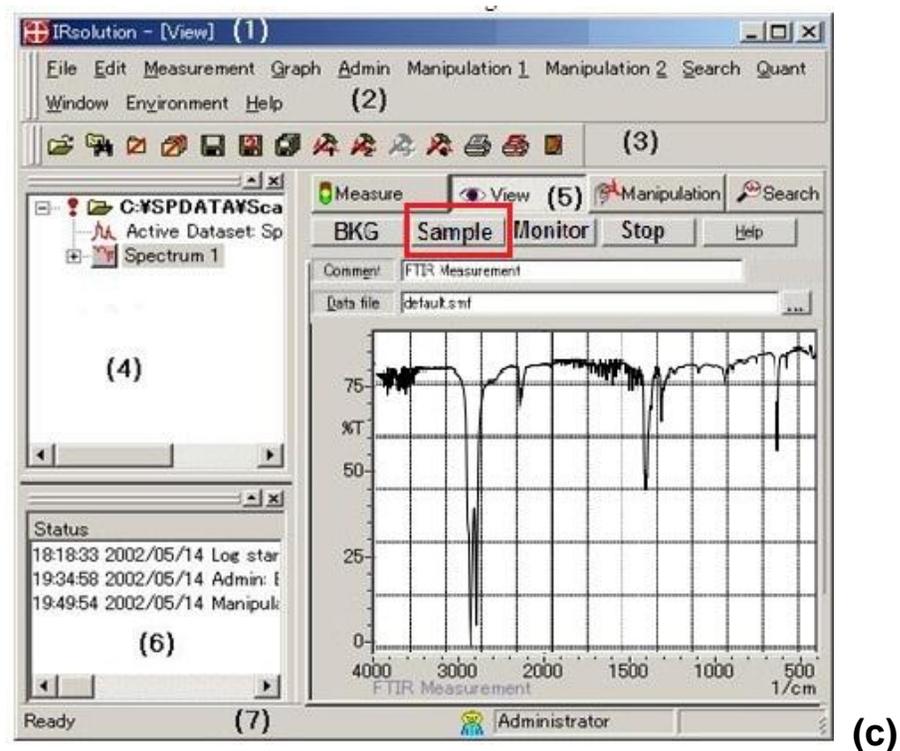
EN HUACAL CON HIELO BAJO EL SOL

**ANEXO N°11**  
**GUIA RAPIDA PARA LA OBTENCION DE ESPECTROS**



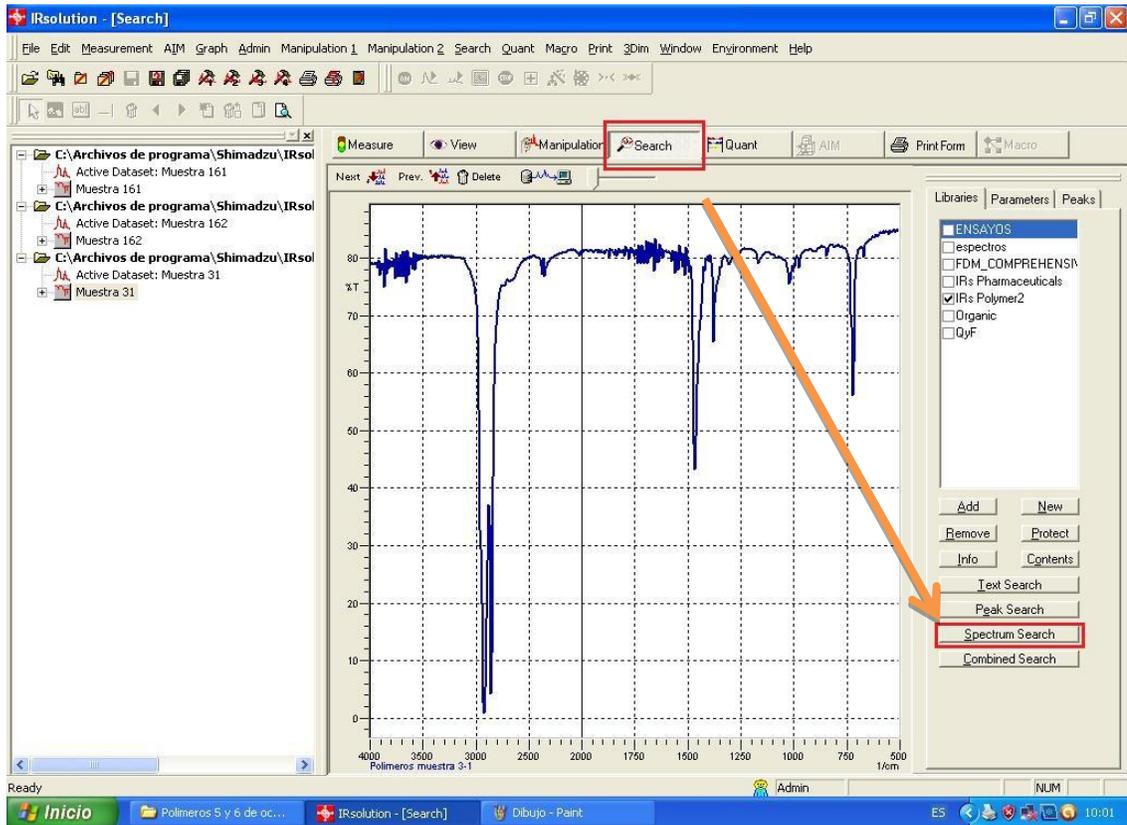
(a)

(b)

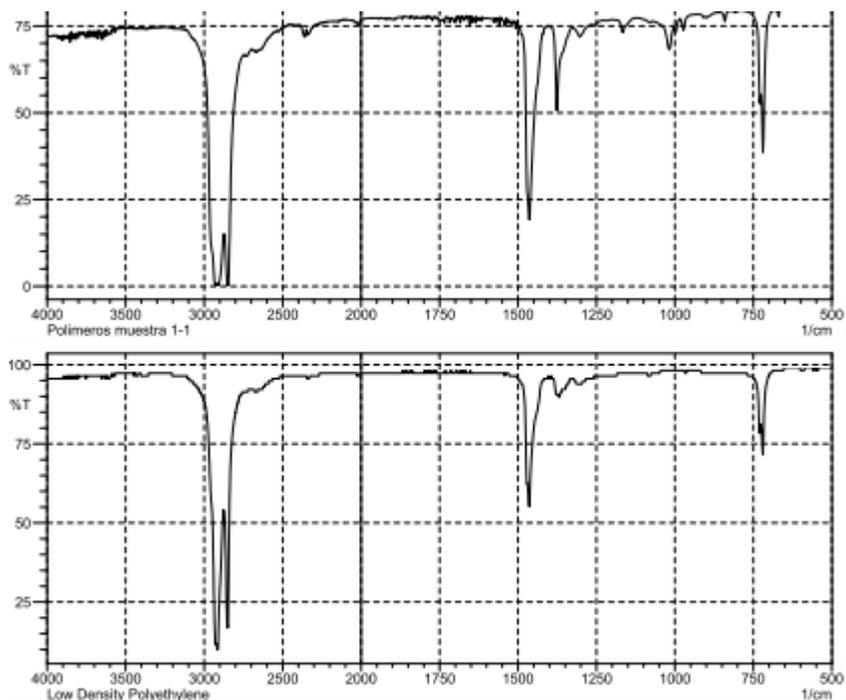


**FIGURA N° 14. OBTENCIÓN DE ESPECTROS. (A) INGRESAR A PROGRAMA IRSOLUTION; (B) SELECCIONAR COMANDO MEASURE; (C) SELECCIONAR COMANDO SAMPLE.**

**ANEXO N°12**  
**GUIA RAPIDA PARA COMPARACION DE ESPECTROS**



**FIGURA N° 15. SELECCIONAR EL COMANDO SEARCH Y LUEGO SPECTRUM SEARCH, PARA LA COMPARACIÓN DEL ESPECTRO OBTENIDO.**



	Score	Library	Note found / Title
1	987	71 - IRs Polymer2	VLDPE; DESCRIPTION= Low Den
2	985	20 - IRs Polymer2	LLDPE; DESCRIPTION= Low Dens
3	974	21 - IRs Polymer2	LLDPE1; DESCRIPTION= Low Den
4	970	19 - IRs Polymer2	LDPE; DESCRIPTION= Low Densit
5	944	68 - IRs Polymer2	SIS; DESCRIPTION= SIS
6	938	34 - IRs Polymer2	PB; DESCRIPTION= Polybutene
7	882	51 - IRs Polymer2	PP1; DESCRIPTION= PP,Polyprop
8	857	50 - IRs Polymer2	PP; DESCRIPTION= Polypropylene
9	856	39 - IRs Polymer2	PE-PP; DESCRIPTION= Polyethyle
10	839	48 - IRs Polymer2	PIP; DESCRIPTION= Polyisoprene
11	833	18 - IRs Polymer2	LANOLINE; DESCRIPTION= Lanoli
12	828	76 - IRs Polymer2	Irganox1076; DESCRIPTION= Irga
13	828	85 - IRs Polymer2	NR; DESCRIPTION= Natural Rubb
14	820	47 - IRs Polymer2	PINENE; DESCRIPTION= Pinene [
15	807	17 - IRs Polymer2	IONOMER2; DESCRIPTION= Iono

**FIGURA N° 16. COMPARACIÓN DEL ESPECTRO DE LA MUESTRA CON EL BANCO DE ESPECTROS DEL EQUIPO SHIMADZU IRAFFINITY-1.**