

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACION DE POLIMEROS EN JUGUETES MORDEDORES
INFANTILES

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

SOFIA ALEJANDRA AVALOS TORRES
ARGELIA SANCHEZ HERNANDEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA

SEPTIEMBRE 2019

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

MAESTRO CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIO

MAE. ROBERTO EDUARDO GARCIA ERAZO

DIRECCION DE PROCESOS DE GRADUACION

DIRECTORA GENERAL

MSc. Cecilia Haydeé Gallardo de Velásquez

TRIBUNAL CALIFICADOR

**ASESOR(A) DE AREA EN CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS
FARMACEUTICOS Y COSMETICOS**

Lic. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

MSc. Eliseo Ernesto Ayala Mejía

DOCENTE ASESOR

Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras

AGRADECIMIENTOS

A DIOS MI PADRE CELESTIAL, Por forjar mi camino día a día y regalarme cada Bendición de mi vida, otorgarme las fuerzas para seguir adelante, levantándome de cada tropiezo y llevarme a culminar esta etapa de mi vida.

A MI MADRE, Ana Ávalos por los sacrificios realizados para que yo continuara mis estudios, por brindarme su apoyo, comprensión y amor incondicional, animándome y aconsejándome cada día.

A MI FAMILIA, por siempre brindar su apoyo incondicional a mi madre y a mí y estar presentes en cada logro que he conseguido en mi vida.

A NUESTRO ASESOR DE TESIS, Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras por cada uno de sus conocimientos transmitidos, paciencia y por ser el guía de esta investigación.

A LA DIRECTORA GENERAL, Msc. Cecilia Gallardo quien nos ha guiado en la organización y construcción de nuestro trabajo el cual culmino con éxito.

A MI TIA OLIVIA AVALOS DE MARTEL, quien brindo todo su amor hacia mi durante mi niñez y juventud, la cual siempre vivirá en mis recuerdos y corazón, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar por sus virtudes infinitas y su gran corazón bondadoso.

Sencillo no ha sido el proceso, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de la tesis con éxito y obtener una afable titulación profesional.

SOFIA ALEJANDRA AVALOS TORRES

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO, Por siempre iluminar mi camino por más difícil que pareciera, en momentos de dificultad me ayudó a salir adelante regalándome las fuerzas y su infinita sabiduría, sin él no hubiera sido posible este logro y culminación de mi carrera superando las dificultades siempre de su mano.

A MIS PADRES, Faustino Sánchez y Rosa Hernández de Sánchez por brindarme siempre en todo momento su apoyo incondicional y esfuerzo para lograr esta carrera universitaria, así como también por guiarme con sus consejos, palabras de apoyo, por llenar mi vida de alegría y de su amor

A MIS HERMANOS, Ulises Sánchez y César Sánchez por estar en todo momento pendientes de mí y por querer siempre lo mejor para mí, gracias.

A MIS AMIGOS, gracias por sus palabras de motivación, superación y apoyo emocional a siempre seguir en la lucha por difícil que parezcan los obstáculos.

A LIC. CRISTINA SANCHEZ, por compartir sus conocimientos y consejos en cada etapa del desarrollo de mi tesis; gracias por su apoyo y amistad.

A LIC. HENRY HERNANDEZ por ser un excelente guía y asesor que nos compartió sus conocimientos y experiencias para sacar adelante este trabajo de graduación. Gracias por haberme brindado la oportunidad de asesorarme para culminar esta formación académica.

A LOS DOCENTES LIC. CECILIA HAYDEÉ GALLARDO, LIC. ZENIA IVONNE ARÉVALO, LIC ELISEO ERNESTO AYALA, por guiarnos de la mejor manera con sus conocimientos, por toda su paciencia para ayudarnos desde el principio hasta el final para culminar este proyecto, infinitas gracias y bendiciones.

ARGELIA SANCHEZ HERNANDEZ

INDICE GENERAL

| | Nº DE PAGINA |
|---|--------------|
| RESUMEN | |
| CAPITULO I | |
| 1.0 Introducción | xiii |
| CAPITULO II | |
| 2.0 Objetivos | |
| CAPITULO III | |
| 3.0 Marco Teórico | 18 |
| 3.1 Generalidades | 18 |
| 3.2 Clasificación de polímeros | 18 |
| 3.2.1 Algunos materiales elastómeros | 21 |
| 3.3 Propiedades de los polímeros | 22 |
| 3.4 Aditivos utilizados en polímeros | 24 |
| 3.5 Artículos de puericultura | 26 |
| 3.6 Definición de juguete | 26 |
| 3.7 La dentición en los niños | 27 |
| 3.8 Juguetes mordedores infantiles | 27 |
| 3.9 Normativas sobre juguetes | 27 |
| 3.9.1 Sobre las características del juguete | 29 |
| 3.9.2 Sobre la información en la etiqueta del juguete | 30 |
| 3.9.3 El mercado CE | 30 |
| 3.10 Polímeros utilizados en la fabricación de juguetes | 30 |
| 3.11 Sistema Endocrino y Disruptores endocrinos (DE) | 31 |
| 3.12 Método de Espectroscopia Infrarroja | 34 |
| 3.12.1 Fundamento teórico del método | 34 |
| 3.12.2 El Espectro de Infrarrojo | 36 |

| | |
|---|----|
| 3.12.3 Aplicación en compuestos orgánicos | 37 |
| 3.13 Equipamiento Espectrofotómetro Infrarrojo IRAffinity-1 | 38 |
| 3.14 Centro Histórico de San Salvador | 39 |
| CAPITULO IV | |
| 4.0 Diseño Metodológico | 41 |
| 4.1 Tipo de estudio | 41 |
| 4.2 Investigación Bibliográfica | 41 |
| 4.3 Investigación de campo | 41 |
| 4.3.1 Universo | 42 |
| 4.3.2 Muestra | 42 |
| 4.3.3 Tipo de muestreo | 44 |
| 4.3.4 Codificación de muestras | 44 |
| 4.4 Parte Experimental | 44 |
| CAPITULO V | |
| 5.0 Resultados y discusión de resultados | 48 |
| CAPITULO VI | |
| 6.0 Conclusiones | 73 |
| CAPITULO VII | |
| 7.0 Recomendaciones | 76 |
| BIBLIOGRAFIA | |
| GLOSARIO | |
| ANEXOS | |

INDICE DE FIGURAS

| FIGURA N° | Pág. N° |
|---|---------|
| 1. Gráfico del polímero encontrado en las muestras analizadas provenientes de ventas de productos chinos | 52 |
| 2. Polimerización y estructura del Etilen-vinil-acetato (EVA) | 52 |
| 3. Espectro Infrarrojo del polímero Etilen-vinil-acetato (EVA) | 53 |
| 4. Espectro Infrarrojo del polímero Etilen-vinil-acetato (EVA) y nombramiento de cada banda característica | 55 |
| 5. Porcentaje de polímero encontrado por puntos de muestreo | 57 |
| 6. Espectro Infrarrojo de la muestra AF 17 | 58 |
| 7. Espectros infrarrojos acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes del Almacén Fantasy | 59 |
| 8. Espectro Infrarrojo de la muestra BO 10 | 60 |
| 9. Espectros infrarrojos acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes de la tienda Bazar Oriental | 61 |
| 10. Espectro Infrarrojo de la muestra CS 01 | 62 |
| 11. Espectros infrarrojos acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes de la tienda Cora Store | 63 |
| 12. Espectro Infrarrojo de la muestra FM 17 | 64 |
| 13. Espectros infrarrojo acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes de la tienda Fashion 21 Man | 65 |
| 14. Espectro Infrarrojo de la muestra BM 01 | 66 |
| 15. Espectro infrarrojo de la muestra JG 01 | 67 |
| 16. Espectro Infrarrojo de la muestra SM 01 | 68 |

INDICE DE TABLAS

| TABLA N° | Pág. N° |
|---|---------|
| 1. Número de muestras tomadas de cada tienda y codificación asignada | 49 |
| 2. Resumen del número de muestras tomadas de cada tienda y tipo de polímero encontrado | 51 |
| 3. Resumen de la asignación de bandas observadas en el espectro patrón del Etilen-vinil-acetato (EVA) | 54 |
| 4. Regiones del espectro infrarrojo | 55 |
| 5. Asignación de bandas observadas en el espectro patrón del Etilen-vinil-acetato (EVA) | 56 |

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

1. Tipos de plásticos.
2. Presentación de juguetes mordedores infantiles en diferentes figuras.
3. Espectrofotómetro infrarrojo Shimadzu IRAinffinity-1.
4. Especificaciones del Espectrofotómetro Infrarrojo.
5. Guía de observación de almacenes que distribuyen juguetes de tipo mordedor de origen chino ubicados entre la calle Arce y la Séptima avenida sur.
6. Puntos de muestreo.
7. Etiqueta de identificación de muestra recolectada.
8. Procedimiento del tratamiento de la muestra.
9. Manejo del equipo.
10. Juguetes mordedores infantiles y espectros infrarrojos de las muestras.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es importante información para las autoridades competentes y consumidores sobre la regulación de la importación de los juguetes mordedores infantiles al país. En esta investigación se buscó la identificación de los polímeros empleados en la fabricación de juguetes mordedores infantiles comercializados en ventas de productos chinos ubicados en el Centro Histórico de San Salvador.

El estudio se delimitó a la Séptima Avenida Sur y Calle Arce del Centro Histórico de San Salvador, ya que en ellas existen cuatro puntos de ventas que distribuyen estos artículos, los cuales fueron muestreados de una manera equitativa, aplicando una guía de observación, tomando en cuenta parámetros como: el diseño del juguete, el precio y el contenido en su interior, teniendo un total de 73 muestras; a la vez se recolectaron 3 marcas provenientes de almacenes de prestigio, una vez recolectadas se analizaron en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, aplicando el método de Espectrofotometría Infrarroja, en un periodo comprendido entre Febrero del año 2018 y Septiembre del año 2019. Con el objetivo de identificar el espectro de la muestra y compararlo con el banco de espectros y posteriormente determinar el porcentaje de los tipos de polímeros más utilizados para la fabricación de las muestras. El resultado de esta investigación fue que el 100% de las muestras analizadas estaban constituidas del polímero Etilen-vinil-acetato (EVA).

El desarrollo de este trabajo aporta información importante debido a que el uso del plástico es cada vez más frecuente. Por esta razón se recomienda ampliar el estudio a otro tipo de muestras, especialmente a artículos de puericultura ligera, así como al ente competente para que gestione la creación de una norma que regule el uso de polímeros en juguetes y el etiquetado de estos.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

La industria del plástico ha ido en aumento aceleradamente debido al uso en la manufactura de diferentes tipos de productos como en los distintos usos que se les pueden dar. Esa versatilidad le ha posibilitado ser una industria con un crecimiento extraordinario.

Uno de los productos que se fabrican con materiales poliméricos son los juguetes mordedores infantiles. Actualmente no se sabe con exactitud la cantidad total de mordedores producidos a nivel mundial ni de los estándares de calidad que emplea el fabricante.

Los mordedores son introducidos al mercado como una alternativa para aliviar las molestias del proceso de dentición o salida de los dientes en los bebés que generalmente se da entre los 4 y 7 meses, cuando esto sucede, los bebés tienden a morder objetos y las glándulas salivales a secretar más saliva. Este proceso puede ser doloroso, molesto o irritante para el bebé.

Un mordedor se describe como un objeto que el bebé introduce en la boca para morder y así aliviar el dolor de las encías producido durante el proceso de dentición. Los mordedores pueden ser de diferentes formas, generalmente en forma de anillo, tienen un mango sujetador, superficies granuladas y son de colores atractivos.⁽⁴⁾ Suelen estar rellenos de líquido que usualmente es agua estéril y son fabricados con materiales flexibles, generalmente plásticos.

El presente trabajo de investigación está orientado a la identificación de los polímeros presentes en juguetes mordedores infantiles provenientes de ventas de productos chinos que se comercializan en el Centro Histórico de San Salvador, con el fin de verificar los materiales de los que están fabricados.

El área de investigación se delimitó específicamente a la Calle Arce y la Séptima Avenida Norte del Área Metropolitana de San Salvador donde se ubican principalmente 4 puntos de muestreo que distribuyen mordedores

infantiles de los que se tomaron equitativamente un total de 73 muestras. También se tomaron en cuenta en la investigación, muestras de marcas reconocidas de juguetes mordedores infantiles que son comercializados por almacenes de prestigio y que difieren ampliamente en precios de venta; se recolectó únicamente un mordedor infantil por cada marca.

Posteriormente se analizaron en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Universidad de El Salvador, aplicando el método de Espectrofotometría Infrarroja, en el período comprendido de Febrero del año 2018 a Septiembre del año 2019 con el fin, de comparar los espectros obtenidos de las muestras, con el banco de espectros del Espectrofotómetro InfrarrojoIRAffinity-1 Marca SHIMADZU; y determinando el tipo de polímero presente en los mordedores infantiles que se comercializan en los establecimientos seleccionados.

Se determinó que el 100% de las muestras estaban fabricadas con Etilenvinil acetato (EVA).

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar polímeros en juguetes mordedores infantiles.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1 Recolectar muestras de juguetes mordedores infantiles de acuerdo a los puntos de muestreo seleccionados.

2.2.2 Analizar las muestras seleccionadas de mordedores infantiles por el método de Espectrofotometría Infrarroja empleando el equipo Shimadzu IRAAinfinity-1.

2.2.3 Identificar los polímeros presentes en las muestras seleccionadas.

2.2.4 Establecer las diferencias de los polímeros entre las muestras de mordedores de las diferentes marcas seleccionadas.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 GENERALIDADES

Los polímeros son grandes moléculas que están formadas por la unión de muchas unidades repetitivas. Generalmente, los polímeros involucran uniones covalentes entre los átomos (usualmente) de carbono que constituyen la columna vertebral de la cadena polimérica. El vocablo polímero significa una molécula constituida por la repetición de una unidad más simple: los monómeros que son pequeñas moléculas de las que se parte para formar los polímeros. ⁽²²⁾

Los polímeros se utilizan en un gran número de aplicaciones dada su versatilidad para fabricar materiales a la medida. En general el término “plásticos” nos es familiar y se refiere a polímeros que se utilizan en la fabricación de artículos.

Por ejemplo el policloruro de vinilo (PVC) que se usa para fabricar tuberías que se utilizan actualmente para plomería. El polietileno (PE) y polipropileno (PP) se utilizan para producir varios tipos de contenedores, envases y materiales para ductos. Los elastómeros o hules tienen su aplicación en llantas, mangueras, cojinetes y empaques, los basados en poliuretano se usan para fabricar suelas en la industria del calzado y la automotriz. Los poliuretanos se usan también en la formulación de adhesivos. Las pinturas actuales base agua (en forma de látex) constan de diversos polímeros vinílicos, acrílicos, estirénicos, poliéster y epóxicos, en donde la resistencia al agua es importante.

3.2 CLASIFICACION DE POLIMEROS

Hay diferentes maneras de clasificar a los polímeros. A continuación los clasificaremos en base a su estructura

De acuerdo a su estructura:

a) Polímeros lineales (termoplásticos):

Dentro de los polímeros termoplásticos existen dos grandes grupos con comportamientos bien diferenciados: amorfos y semicristalinos.

Los materiales termoplásticos poseen una estructura formada por cadenas poliméricas unidas mediante enlaces secundarios. La distinción entre un termoplástico amorfo de uno semicristalino es precisamente la disposición de estas cadenas poliméricas. En los termoplásticos semicristalinos las cadenas presentan cierto orden pudiendo ser cadenas paralelas o cadenas plegadas y en los termoplásticos amorfos las cadenas se encuentran completamente desordenadas. Esta situación de cristalinidad condiciona el comportamiento mecánico, ya que las estructuras cristalinas cuestan más de deformar que las estructuras amorfas. ⁽¹⁰⁾

Las principales características de los termoplásticos son las siguientes:

- Pueden fundir con aplicación de calor.
- Son reciclables y reprocessados.
- Son fáciles de transformar, ya que se pueden fundir.
- Su comportamiento mecánico abarca un rango muy amplio, dependiendo del tipo de plástico, desde plásticos muy rígidos a plásticos muy blandos.

Los polímeros termoplásticos más utilizados a nivel industrial, dentro de los cuales destacan: (Ver Anexo N°1)

- Policloruro de vinilo(PVC)
- Polietileno de baja densidad (LDPE)
- Polietileno de alta densidad (HDPE)
- Polipropileno (PP)
- Tereftalato de polietileno (PET)

- Poliestireno (PS)

b) Polímeros termoestables

Su estructura difiere en gran medida de los termoplásticos ya que no aparecen enlaces secundarios y la estructura adopta la forma de una red tridimensional de átomos enlazados por una enorme cantidad de enlaces covalentes. Esta estructura tan unida impide los mecanismos de deformación dando lugar a materiales de gran rigidez y alta fragilidad.

Las principales características de los termoestables son las siguientes:

- No pueden fundir con aplicación de calor
- Mantienen buenas propiedades a temperaturas intermedias y elevadas
- No son reciclables
- Su transformación es compleja
- Presentan buena resistencia y alta rigidez, junto con alta fragilidad
- Se suelen emplear con matriz en materiales compuestos, reforzados con fibras para optimizar su comportamiento

Entre los principales polímeros termoestables destacan los siguientes:

- Fenólicos(FP)
- Melanina-formaldehido(MF)
- Urea-formaldehido(UF)
- Poliéster insaturado(UP)
- Resinas epoxi(EP)

c) Polímeros elastómeros

Este tipo de polímeros a su vez se puede clasificar en dos grandes grupos:

- **Elastómeros con estructura de red tridimensional poco unida:** las siliconas destacan entre las pertenecientes a este grupo.
- **Elastómeros con estructuras termoplásticas entrecruzadas:** su estructura es similar a la de un termoplástico pero con mayor densidad de enlaces covalentes, resultando un material con enormes posibilidades de deformación elástica. Este tipo de enlace es el responsables de que el elastómero retorne a su posición inicial tras habersele aplicado tensión. Dentro de ellas destacan el polibutadieno, poliisopreno y el policloropreno.

Las principales características de los elastómeros son las siguientes:

- Buen comportamiento elástico.
- Buena resistencia al desgaste y al desgarro.
- Buena estabilidad térmica.
- Suelen ser difíciles de transformar.
- No son reciclables.

3.2.1 ALGUNOS MATERIALES ELASTOMEROS

A menudo los términos hule y elastómero se utilizan indistintamente. En general, se define un elastómero como capaz de recuperarse substancialmente en forma y tamaño una vez eliminada la carga.

- **Poliisopreno**

Características: Es muy elástica y flexible y además de ser extremadamente impermeable. El caucho bruto en estado natural es un hidrocarburo blanco o incoloro.

Nombre común: Caucho natural.

- **Polisiloxano**

Características: Polímero inodoro e incoloro, hecho principalmente de silicio, es inerte y estable a altas temperaturas.

Nombre común: Silicona

Propiedades: Tiene una excelente resistencia al envejecimiento, no es afectada por la luz solar ni el ozono, posee poca resistencia mecánica, así como también al vapor, hidrocarburos alifáticos, aromáticos.

- **Estireno – Butadieno**

Características: El caucho estireno butadieno más conocido como caucho SBR es un copolímero (polímero formado por la polimerización de una mezcla de dos o más monómeros) del estireno y el 1,3-butadieno. Este es el caucho sintético más utilizado a nivel mundial. ⁽²⁸⁾

Nombre común: Goma sintética

- **Acrilonitrilo butadieno estireno**

Es un copolímero obtenido de la polimerización del estireno y acrilonitrilo en la presencia del polibutadieno, resultado de la combinación de los tres monómeros. ⁽¹⁴⁾

3.3 PROPIEDADES DE LOS POLIMEROS

- **Propiedades mecánicas**

Los plásticos rígidos como el poliestireno, el poli-metil metacrilato o los policarbonatos pueden soportar una gran tensión, pero no presentan demasiada elongación antes de su ruptura. Entonces los plásticos rígidos tienden a ser resistentes, soportan la deformación, pero no suelen ser duros, es decir, son quebradizos. ⁽²²⁾

Los plásticos flexibles como el polietileno y el polipropileno difieren de los plásticos rígidos en el sentido que no soportan tanto la deformación, pero tampoco tienden a la ruptura. Son resistentes a la deformación por un tiempo, pero si se ejerce demasiada tensión sobre un plástico flexible, finalmente se deformará.

Es posible alterar el comportamiento tensión-estiramiento de un plástico con aditivos denominados plastificantes. Un plastificante es una molécula pequeña que hace más flexible al plástico. Por ejemplo, sin plastificantes, el policloruro de vinilo o PVC, es un plástico rígido, que se usa tal cual para cañerías de agua. Pero con plastificantes, el PVC puede ser lo suficientemente flexible como para fabricar juguetes inflables para piletas de natación.

Los elastómeros o hules como el poliisopreno, el polibutadieno y el polisobutileno muestran un comportamiento mecánico completamente diferente al de los otros tipos de materiales. El hecho de ser fácilmente estirado no le da demasiada utilidad, a menos que el material pueda volver a su tamaño y forma originales una vez que el estiramiento ha terminado.

- **Propiedades químicas**

Los plásticos son 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.

- **Propiedades eléctricas**

Los electrones de los plásticos carecen de movilidad, por ello, son materiales con conductividad térmica baja, siendo aislantes térmicos.

- **Absorción de humedad**

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, PS, PTFE, absorben muy poca agua; en cambio, los plásticos polares como los Poliamidas o los Poliésteres termoplásticos, absorben gran cantidad de ella. ⁽²⁹⁾

3.4 ADITIVOS UTILIZADOS EN POLIMEROS

Los aditivos para plásticos son típicamente moléculas orgánicas que se añaden a los polímeros en pequeñas cantidades (típicamente 0.05 a 5.0% en peso) durante la fabricación, procesamiento de la masa fundida o de las operaciones de conversión con el fin de mejorar las propiedades inherentes del polímero.⁽¹⁶⁾ El policloruro de vinilo (PVC) es por mucho, el polímero que el más mercado ofrece a los aditivos, el volumen combinado de plastificantes y modificadores de propiedades representa aproximadamente el 75% de aditivos plásticos global. Las poliolefinas y los estirénicos juntos son los grupos después del PVC que más aditivos utilizan.

La mayoría de los polímeros contiene aditivos que, como veremos a continuación, se clasifican según las características especiales que le imparten al material.

- **Pigmentos:** Se emplean para colorear plásticos y pinturas. El pigmento debe resistir las temperaturas y presiones durante el procesamiento del polímero, debe ser compatible con éste y debe ser estable.
- **Estabilizantes:** Impiden el deterioro del polímero provocado por el medio ambiente. Los antioxidantes se añaden al polietileno y al poliestireno. Los estabilizantes al calor, se requieren para el procesamiento del policloruro de vinilo. Los estabilizantes evitan también el deterioro ocasionado por la radiación ultravioleta.
- **Agentes antiestáticos:** La mayoría de los polímeros, al ser malos conductores de la electricidad, generan electricidad estática. Los agentes antiestáticos atraen mayor humedad del aire hacia la superficie del

polímero, mejorando la conductividad superficial del polímero y reduciendo así la posibilidad de una chispa o descarga eléctrica.

- **Retardantes de la combustión o llama:** La mayoría de los polímeros, por ser materiales orgánicos, son inflamables. Los aditivos que contienen cloruros, bromuros, fósforos o sales metálicas reducen la posibilidad de que ocurra o se extienda la combustión.

- **Lubricantes:** Aquellos como la cera o el estearato de calcio reducen la viscosidad del plástico fundido y mejoran las características de conformabilidad o procesabilidad.

- **Plastificantes:** Son moléculas de bajo peso molecular que, reduciendo la temperatura de transición vítrea, mejoran las propiedades y características de conformabilidad del polímero. Los plastificantes se añaden en porcentajes altos (hasta 80%) dependiendo del grado de flexibilidad requerido. Se añaden a termoplásticos inherentemente duros para aumentar la flexibilidad, suavidad, y elongación. Además a menudo se pueden conseguir beneficios secundarios como mejor procesabilidad, mayor resistencia al impacto y mayor ductilidad. Algunos empleados son ftalato de diisononilo (DINP), ftalato de diisodecilo (DIDP) y dioctilftalato (DOP) y epoxidados.

- **Los agentes espumantes:** son aditivos inorgánicos u orgánicos que producen una estructura espumada. Se utilizan ampliamente en PVC, polietileno (PE), polipropileno (PP) y poliestireno (PS) para mejorar las propiedades y la apariencia (aislamiento al calor y al ruido, mejor rigidez, y propiedades eléctricas mejoradas), así como para reducir el peso de

las partes. Algunos ejemplos son azodicarbonamida, hidrazidas de sulfonilo, poliamidas.

- **Los agentes acoplantes:** promueven la adhesión entre polímeros y cargas inorgánicas mediante la formación de enlaces químicos estables entre la matriz orgánica y la superficie de la carga. El mayor uso de los agentes de acoplamiento es en el tratamiento de fibras de vidrio para su uso en materiales termofijos tales como las resinas epóxicas y poliésteres. El tipo más común de agente de acoplamiento son los organosilanos.

3.5 ARTICULOS DE PUERICULTURA

La palabra puericultura viene del latín “puer = niño, y -cultura”, significa “ciencia que se encarga del sano desarrollo del niño en lo físico durante los primeros años de vida”. ⁽²⁹⁾

Los artículos de puericultura son elegidos por los padres o encargados del bebé, según las necesidades que este vaya teniendo durante su desarrollo, facilitando el sueño, la relajación, amamantamiento y alimentación. Entre los artículos de puericultura, pueden mencionarse los utilizados en alimentación, baño, sueño, mobiliario, juego y paseo.

Dentro de estos artículos se encuentran: cunas, coches, bañeras, biberones, chupetes, mordedores, entre otros.

3.6 DEFINICION DE JUGUETE

Un juguete es un objeto diseñado para entretener y divertir a las personas, especialmente a los niños. Sin embargo, además de ser utilizado como elemento de diversión, el juguete permite que los niños al jugar con él, puedan

desarrollar ciertas capacidades, tanto en el aspecto físico como emocional y social. ⁽¹⁹⁾

3.7 LA DENTICION EN LOS NIÑOS

La dentición o salida de los dientes en los bebés puede darse a partir de los 3 meses de vida, generalmente se da entre los 4 y 7 meses. ⁽²¹⁾ Cuando esto sucede los bebés tienden a babear más y a morder más objetos. Este proceso puede ser doloroso, molesto o irritante para el bebé.

Debido a este proceso se utilizan algunas prácticas para aliviar las molestias que tenga el bebé, por ejemplo frotar las encías del bebé con los dedos, dar al bebé un paño húmedo y frío para morder o utilizar mordedores infantiles.

3.8 JUGUETES MORDEDORES INFANTILES

Los mordedores infantiles son objetos que el bebé introduce en su boca para morder y así aliviar el dolor de las encías producido durante la dentición o simplemente, para calmarle cuando está nervioso.

Los mordedores pueden ser de diferentes formas, generalmente en forma de anillo, tienen un mango sujetador, superficies granuladas y son de colores atractivos. ⁽¹³⁾ Suelen estar rellenos de líquido que usualmente es agua y son fabricados con materiales flexibles, generalmente plásticos. (Ver Anexo N° 2)

3.9 NORMATIVAS SOBRE JUGUETES

Los requisitos que deben cumplir los juguetes en general, para poder ser comercializados, están regidos por las Normativas Europeas. ⁽³³⁾

En España se ha adoptado la Directiva 2009/48/CE del parlamento europeo y del consejo de 18 de junio de 2009 sobre la seguridad de los juguetes, para elaborar el Real Decreto 1205/2011, de 26 de agosto, sobre la seguridad de los juguetes. ⁽⁶⁾

Estos documentos señalan puntos importantes de los cuales podemos mencionar:

- La Directiva 88/378/CEE está basada en los principios del nuevo enfoque, tal como se establece en la Resolución del Consejo de 7 de mayo de 1985 relativa a una nueva aproximación en materia de armonización y de normalización. Por lo tanto, establece únicamente los requisitos esenciales de seguridad de los juguetes, incluidos los requisitos especiales de seguridad en lo que se refiere a sus propiedades físicas y mecánicas, inflamabilidad, propiedades químicas y eléctricas, higiene y radiactividad. Los detalles técnicos los establecen el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (Cenelec) de conformidad con la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998. ⁽⁸⁾
- Todos los agentes económicos que intervienen en la cadena de suministro y distribución deben adoptar las medidas oportunas para asegurarse de que, en condiciones de utilización normal y razonablemente previsibles, los juguetes que comercializan no ponen en peligro la seguridad y la salud de los niños, y de que solo comercializan juguetes conformes con la legislación comunitaria pertinente.
- Dado que algunas tareas solo puede realizarlas el fabricante, debe distinguirse claramente entre este y los agentes de fases posteriores de la cadena de distribución. También es necesario distinguir claramente el importador del distribuidor, pues el primero introduce juguetes de terceros países en el mercado comunitario. Por lo tanto, el importador debe asegurarse de que esos juguetes satisfacen los requisitos comunitarios aplicables.

- El fabricante, que dispone de conocimientos detallados sobre el diseño y el proceso de producción, es el más indicado para llevar a cabo todo el procedimiento de evaluación de la conformidad de los juguetes. Por lo tanto, la evaluación de la conformidad debe seguir siendo obligación exclusiva del fabricante.
- Es necesario velar por que los juguetes procedentes de terceros países que entren en el mercado comunitario satisfagan todos los requisitos comunitarios aplicables y, en particular, que los fabricantes hayan llevado a cabo los procedimientos de evaluación adecuados con respecto a esos juguetes. Conviene establecer, por tanto, disposiciones para que los importadores garanticen que los juguetes que introducen en el mercado satisfacen los requisitos aplicables y que no introducen en él juguetes que no cumplen dichos requisitos o que presentan un riesgo. Por el mismo motivo, debe preverse asimismo que los importadores se aseguren de que se han llevado a cabo los procedimientos de evaluación de la conformidad y que está disponible el marcado de los productos y la documentación elaborada por los fabricantes para su inspección por parte de las autoridades de supervisión.

En ambos documentos se establecen las obligaciones del fabricante, representantes autorizados, importadores y distribuidores, las cuales abarcan aspectos como las características de los juguetes, la información de las etiquetas del juguete, el marcado CE y las advertencias e indicaciones según el tipo de juguete.

3.9.1 SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL JUGUETE

Los juguetes deben ser diseñados para que sean lo menos riesgosos posible, evitando tener piezas pequeñas que los niños puedan tragar, cuerdas muy

largas, o que tengan un funcionamiento con el cual el niño pueda resultar con lesiones corporales.⁽⁷⁾ Además de esto no deben usarse en los juguetes o debe existir un límite máximo de sustancias químicas que sean tóxicas o inflamables.

3.9.2 SOBRE LA INFORMACION EN LA ETIQUETA DEL JUGUETE

Deben contener la información sobre el fabricante del juguete, marca, número de lote, edad mínima de uso, dirección del fabricante, importador, distribuidor o representante, advertencias e indicaciones de uso del juguete.

Esta información debe ir sobre el juguete como tal o en dado caso sea imposible colocarlo, debe ir sobre el embalaje del juguete.

3.9.3 EL MARCADO CE

El marcado CE es el resultado de todo un proceso de evaluación que indica que el juguete cumple los requisitos de seguridad que especifica la Directiva 2009/48/CE y por lo tanto el fabricante asume plena responsabilidad al respecto.

El marcado CE debe estar de manera visible o sobre el embalaje del juguete de forma legible e indeleble. Debe colocarse antes que el juguete sea introducido al mercado.

El fabricante puede someter al juguete a un examen tipo CE, si considera que su naturaleza, diseño, fabricación, o finalidad requieren la validación de un tercero. Evaluando los peligros que pueda presentar el juguete, debiendo emitir un certificado, en el que se especifique las pruebas aplicadas al juguete y sus resultados.

3.10 POLIMEROS UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE JUGUETES

Los polímeros son utilizados en la fabricación de este tipo de artículos debido a su maleabilidad, flexibilidad y características de resistencia. ⁽³²⁾

Entre los polímeros más utilizados en la fabricación de juguetes se encuentran el polipropileno (PP), polietileno (PE), policloruro de vinilo (PVC), poliestireno (PS), entre otros. ⁽³⁵⁾

Para la fabricación de juguetes mordedores infantiles se utilizan polímeros como el polipropileno (PP), elastómero termoplástico (TPE) y silicona (SI). ⁽¹⁸⁾

3.11 SISTEMA ENDOCRINO Y DISRUPTORES ENDOCRINOS (DE)

El sistema endocrino es un sistema químico interno complejo que regula funciones vitales de nuestro organismo, como la reproducción, el desarrollo embrionario, el sistema inmunológico y hasta aspectos del comportamiento psicosocial. Las sustancias que regulan estas funciones se llaman hormonas. Los disruptores endocrinos (DE) son sustancias químicas capaces de alterar el sistema hormonal y ocasionar diferentes daños sobre la salud de las mujeres y hombres expuestos y en su descendencia.⁽³⁾ Los efectos más preocupantes ocurren en hijas e hijos de madres expuestas durante el embarazo y la lactancia. También afectan a la reproducción y la salud de otras especies animales debido a la contaminación ambiental. Los efectos de los DE se producen a dosis muy bajas, en general muy por debajo de los límites de exposición legalmente establecidos. Estamos expuestos a los DE en nuestros lugares de trabajo, también en nuestros hogares por la contaminación de alimentos con plaguicidas, la exposición a productos plásticos y a plastificantes, el uso de algunos detergentes y por la contaminación del medio ambiente.

Actualmente, el término DE se trata de sustancias exógenas al organismo, naturales o sintéticas, que interfieren con la producción, liberación, transporte, metabolismo, unión, acción biológica o eliminación de las hormonas responsables del mantenimiento de la homeostasis y regulación del desarrollo embrionario y por tanto con capacidad de provocar efectos adversos sobre la salud de un organismo o de su descendencia.

Se ha sugerido que algunas de estas sustancias químicas que producen estos efectos, lo hacen porque se comportan como hormonas, lo que significa que son capaces de incorporarse a los organismos vivos y alterar los mecanismos en los que participan las hormonas naturales. Entre las alteraciones sobre la salud animal que han sido detectadas se incluyen enfermedades en sistemas dependientes de las hormonas y alteraciones en el desarrollo.

La toxicidad que pueden llegar a producir los disruptores endocrinos puede deberse al momento de la exposición, el cual es decisivo para determinar el carácter, la gravedad y la evolución posterior del efecto. Los efectos son distintos sobre el embrión, el feto, el organismo perinatal o el adulto; si actúan durante un periodo crítico, como por ejemplo en los estadios tempranos de la vida, caracterizados por una rápida diferenciación celular y organogénesis, producen lesiones irreversibles.

Los efectos pueden no aparecer en el momento de la exposición; las consecuencias se manifiestan con mayor frecuencia en la descendencia que en el progenitor expuesto; la exposición embrionaria puede tener consecuencias que no son evidentes hasta la madurez del individuo; el desarrollo anormal no se expresa necesariamente en el nacimiento; sus efectos pueden permanecer latentes durante años o hacerse presentes en la descendencia en lugar de en los individuos expuestos.

Es posible la acción combinada de los disruptores que pueden adquirir al actuar conjuntamente ejerciendo un efecto sinérgico, antagónico o simplemente aditivo.

Los disruptores endocrinos más comunes son encontrados en plaguicidas los cuales son organofosforados y organoclorados, retardantes del fuego bromados, bisfenilos policloratos (PCB), bisfenol A (BPA) el cual se utiliza en la fabricación del plástico policarbonato para envases alimenticios y biberones,

interior de las latas de conserva (resinas epoxi), selladores dentales, pegamentos y los ftalatos usados en productos para niños, materiales en contacto con los alimentos, materiales electrónicos, se utiliza como aditivo en los plásticos para proporcionar elasticidad a tubos y bolsas de transfusión de sangre, tetinas y mordedores infantiles. ⁽⁴⁰⁾

En Febrero de 2012, fue presentado un nuevo informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), acerca del estado de los conocimientos científicos sobre las sustancias químicas que perturban la función endocrina (State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals), muchas de ellas, todavía están por investigarse y podrían tener importantes repercusiones en la salud.

El informe conjunto solicita a la comunidad científica, se siga investigando para entender plenamente las relaciones entre esos denominados perturbadores endocrinos o DE. El informe señala que estudios más exhaustivos y mejores métodos analíticos podrían reducir el riesgo de enfermedad y generar ahorros considerables para la salud pública.

Así mismo, señala que la salud humana depende del buen funcionamiento del sistema endocrino, que regula la liberación de hormonas esenciales para funciones tales como el metabolismo, el crecimiento y desarrollo, el sueño o el estado de ánimo y que los DE pueden alterar el funcionamiento normal de este sistema hormonal y en consecuencia aumentar el riesgo de efectos adversos para la salud.

Además, el informe destaca algunas relaciones entre la exposición a los DE y diversos problemas de salud, en particular la posibilidad de que contribuyan a la criptorquidia (ausencia de descenso de los testículos) en los jóvenes, al cáncer de mama en la mujer, al cáncer de próstata en el hombre, a problemas de

desarrollo del sistema nervioso y al déficit de atención/hiperactividad en los niños o al cáncer de tiroides.

Finalmente, el informe formula una serie de recomendaciones para mejorar los conocimientos mundiales sobre esas sustancias químicas y reducir los riesgos de enfermedad.

Entre ellas destaca:

- Métodos analíticos más completos para identificar otros posibles DE, sus fuentes y las vías de exposición.
- Investigaciones para identificar los efectos de diferentes combinaciones de DE (sobre todo de origen industrial) a los cuales están cada vez más expuestos tanto los seres humanos como los animales.
- Notificación e información sobre las sustancias químicas presentes en diferentes productos, materiales y bienes, ya que muchas fuentes de DE son desconocidas.

3.12 METODO DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA

3.12.1 FUNDAMENTO TEORICO DEL METODO

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 .

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 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.

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. ⁽²⁵⁾

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.

La espectroscopia infrarroja también conocida como FTIR (del inglés, *Fourier Transform Infra-Red*) o simplemente IR estudia los fenómenos de interacción entre la radiación de origen infrarrojo y la materia. Esencialmente la energía de la radiación, localizada en determinada longitud de onda del infrarrojo, es absorbida por una molécula (o parte de ella) que se encuentra vibrando en su estado basal a la misma longitud de onda que la radiación infrarroja incidente, provocando con ello un cambio en la intensidad de la vibración.

Una condición necesaria para que se produzca una vibración en una molécula al incidir sobre ella un haz de energía infrarroja es la presencia de momentos dipolares. Sí el momento dipolar es nulo no hay absorción de energía infrarroja, caso contrario, habrá absorción de energía infrarroja.

En una molécula los átomos no se encuentran fijos unos respecto a otros, sino que vibran alrededor de sus posiciones de equilibrio. La energía necesaria para generar una vibración depende de la energía de enlace y de la masa de los átomos involucrados. Las vibraciones en una molécula pueden hacerlo con ciertos valores de energía. La existencia de estos valores, para producir una vibración implica que sí se hace incidir fotones de energía adecuados (en el infrarrojo), éstos serán absorbidos solamente por aquellas uniones atómicas que posean un momento dipolar.

3.12.2 EL ESPECTRO DE INFRARROJO

En el llamado espectro de infrarrojo es posible observar el resultado de la interacción entre la radiación infrarroja y la muestra analizada. El espectro de infrarrojo es un dibujo compuesto por bandas o picos, en donde en el eje de las abscisas (o de las X) están representados todos los valores del intervalo de longitud de onda del infrarrojo medio, ya sea en número de onda (cm^{-1}) o de longitud de onda (nanómetros). Mientras que en el eje de las ordenadas (o de las Y) están representados los valores de la intensidad de absorción o

transmisión. Cada pico en un espectro de infrarrojo representa un específico tipo de vibración. Por lo tanto, podemos decir que el espectro es una representación de los estados excitados producidos al hacer un barrido en todo el intervalo de longitudes de onda en el infrarrojo medio.

La región del espectro situada entre 4000 y 1400 cm^{-1} , es de gran utilidad para la identificación de la mayoría de los grupos funcionales presentes en las moléculas orgánicas. Las absorciones que aparecen en esta zona, provienen fundamentalmente de las vibraciones de estiramiento. En la zona situada entre 1500-600 cm^{-1} es llamada región de huella digital, las bandas que aparecen en esta región son producto de varios tipos de vibraciones de enlace, por lo cual a menudo es difícil de asignar su origen a una banda en particular.

Además, estas vibraciones de enlace originan una fuerte interacción entre enlaces vecinos. Pero, gracias a esta complejidad, cada muestra tendrá un muy particular espectro.

3.12.3 APLICACION EN COMPUESTOS ORGANICOS

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.

3.13 EQUIPAMIENTO Espectrofotómetro Infrarrojo IRAffinity-1

El Espectrofotómetro Infrarrojo 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 numerosos accesorios y, de esta manera, ofrezca a usuarios la flexibilidad posible más grande para muchos diversos usos. (Ver Anexo N° 3)

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 USB.

Especificación del equipo (Ver Anexo N° 4)

3.14 CENTRO HISTORICO DE SAN SALVADOR

El 27 de septiembre de 1546, San Salvador obtiene el título de Ciudad, una nueva nomenclatura es adoptada para el año 1926, lo cual marcó el “Punto Cero” o “Centro”, del cual se comienza a numerar las vías: en la intersección de las Avenidas España y Cuscatlán, con las Calles Delgado y Arce. ⁽²³⁾

El Centro Histórico de la ciudad de San Salvador es el núcleo urbano de valor que guarda grandes historias y hechos importantes que permiten fortalecer nuestra identidad; el cual, a pesar de las constantes modificaciones que ha experimentado a lo largo del tiempo a fin de adaptarse a las nuevas necesidades de los que lo habitan, laboran y conviven dentro de él, aún se conserva como el punto fundacional de la capital salvadoreña, dentro de cuyos límites se alberga un invaluable patrimonio material y significativo, por el cual fue reconocido y declarado como Centro Histórico de la Ciudad de San Salvador, a través de Decreto Legislativo N° 680, del 18 de Julio de 2008, emitido por la Asamblea Legislativa y publicado en el Diario Oficial N° 155, Tomo 380, de fecha 21 de Agosto de 2008. ⁽³⁷⁾

Desde el punto de vista económico, actualmente se comercializan diversos productos muchos de ellos de origen desconocido y de fabricantes chinos, donde se encuentran productos a precios accesibles y por mayoreo.

Los puntos de muestreo identificados se encuentran específicamente sobre la Calle Arce y la Séptima avenida Norte, San Salvador.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio realizado fue de tipo experimental, transversal, exploratorio y prospectivo.

- **Experimental:** debido a que se realizaron ensayos en el Laboratorio Fisicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- **Transversal:** debido a que la investigación se realizó en un tiempo determinado, comprendido entre Febrero 2018 a Septiembre del 2019.
- **Exploratorio:** debido a que se realizó una revisión general del tema sobre los polímeros utilizados para la fabricación de los juguetes.
- **Prospectivo:** los resultados obtenidos se pueden utilizar como referencia para futuras investigaciones sobre análisis de polímeros.

4.2 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

Se realizó en las siguientes bibliotecas:

- “Dr. Benjamín Orozco” de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Central de la Universidad de El Salvador.
- Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM).
- Sistema bibliotecario EBSCO de la UES.
- Internet.

4.3 INVESTIGACION DE CAMPO

Se determinó el área de investigación en el Centro Histórico mediante una visita previa a los almacenes que distribuyen productos de origen chino sobre las principales calles y avenidas. Delimitando así el área de investigación

específicamente sobre la calle Arce y Séptima Avenida Norte. Donde se identificaron cuatro puntos de muestreo cercanos entre sí. Al momento de recolección se aplicó una guía de observación que consta de varios parámetros a evaluar, incluyendo nombre de la tienda, tipo de mordedores, marcas, contenido en su interior, precio máximo y precio mínimo. (Ver Anexo N° 5)

4.3.1 UNIVERSO

El Universo está constituido todos por los juguetes mordedores infantiles

4.3.2 MUESTRA

Está conformada por los juguetes mordedores de origen chino.

Según la ecuación estadística para el tamaño de una muestra para población desconocida, se obtuvo que el tamaño de la muestra es de 73 juguetes mordedores infantiles; los cuales fueron muestreados equitativamente entre los 4 puntos de venta de productos chinos que distribuyen mordedores infantiles ubicados entre la calle Arce y Séptima Avenida Norte.

Los juguetes mordedores infantiles de marca reconocida se obtuvieron en almacenes de prestigio los cuales fueron muestreados por muestreo dirigido.

CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA ⁽³⁹⁾

Para determinar el tamaño de la muestra se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- **Error de muestro:** es la desviación de la muestra seleccionada de las verdaderas características, rasgos, comportamientos, cualidades o figuras de toda la población.
- **Nivel de confianza:** es el grado de certeza (o probabilidad), expresado en porcentaje con el que queremos realizar la estimación de un parámetro a través de un estadístico muestral.

La ecuación para calcular el tamaño de muestra cuando se desconoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$N = \frac{(Z\alpha)^2(P)(q)}{\delta^2}$$

En donde:

N= Tamaño de la muestra que se requiere

Z α = Distancia de la media del valor de significación propuesto que se obtiene de tablas de distribución normal de probabilidades y habitualmente se utiliza un valor de 0.05 al que corresponde un valor de Z de 1.96

P= Probabilidad de éxito o Proporción esperada

q= 1-P (probabilidad de fracaso)

δ = Precisión o magnitud del error que estamos dispuestos a aceptar

Cálculo:

N= tamaño de la muestra

Z α = 1.96 N= 73 muestras

P= 0.05

q= 1-0.05=0.95

δ = 0.05

$$N = \frac{(1.96)^2(0.05)(0.95)}{0.05^2}$$

N = 72.99

N = 73

El número de muestra obtenido es de 73 mordedores que fueron recolectados aleatoriamente entre los 4 puntos de muestreo. (Ver Anexo N°6)

4.3.3 TIPO DE MUESTREO

El tipo de muestreo para los mordedores de origen chino se realizó de forma aleatoria en las tiendas del área del Centro Histórico de San Salvador, recolectando 18 muestras en 3 tiendas y 19 en una tienda y las muestras de marca se recolectaron en almacenes por departamento.

4.3.4 CODIFICACION DE MUESTRAS

Al momento de la recolección se colocó a cada una de las muestras una etiqueta conteniendo un código de identificación. Los códigos fueron asignados según tienda en la que se adquirieron, especificando marca, país de fabricación, precio, condiciones de almacenamiento, color, forma o figura y contenido del interior. (Ver anexo N° 7)

4.4 PARTE EXPERIMENTAL

Procedimiento de análisis de polímeros por medio del espectrofotómetro infrarrojo.

Muestra utilizada: Juguetes mordedores infantiles

A. Tratamiento previo de la muestra (Ver Anexo N° 8)

- Realizar un corte al mordedor con una tijera limpia con el fin de descartar el agua contenida en su interior.
- Cortar un trozo del juguete mordedor y colocar entre dos placas de metal limpias.
- Colocar una plancha eléctrica caliente sobre la placa de metal superior manteniéndola por un minuto sobre ella.
- Retirar la plancha eléctrica y quitar la placa de metal superior.
- Levantar la muestra con ayuda de pinzas y estirar de forma que la muestra adelgace lo máximo posible sin llegar a romperse.

- Identificar el trozo de muestra con el código correspondiente.

B. Operación del equipo

- Encender el equipo presionando el botón negro ubicado en el lado inferior derecho del espectrofotómetro.
- Encender la computadora y dejar que cargue el sistema operativo.
- Ingresar al programa IR Solution y aparecerá la pantalla principal.
- Conectar el programa con el equipo seleccionando el comando Measurement–inicializar.

C. Lectura del blanco

- Verificar que el compartimiento para celdas este vacío.
- Nombrar el blanco y seleccionar el comando background (BKG), aparecerá una ventana que indica que se prepare el compartimiento (verificar que éste se encuentre vacío) y dar click en aceptar.
- En pantalla se observa el espectro IR del aire.

D. Lectura de muestra (Ver Anexo N° 9)

- Colocar la muestra en el compartimiento para muestra, colocar el código de muestra respectivo y seleccionar el comando Sample.
- Aparecerá en pantalla el espectro de la muestra.

E. Búsqueda de espectros en la biblioteca virtual

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.
- Elegir comparar solo con espectros de polímeros almacenados en la biblioteca.

- El programa muestra los espectros contenidos en la biblioteca que son similares al espectro obtenido en la muestra.

F. Impresión del espectro obtenido

- Generar una vista previa.
- Seleccionar plantilla
- Click en imprimir

G. Determinación del porcentaje del tipo de polímero más utilizado de las 73 muestras analizadas

El porcentaje del tipo de polímero (X) se determinó de la siguiente manera:

73 muestras analizadas -----100%

Muestras identificadas----- X

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 RECOLECCION DE MUESTRAS DE JUGUETES MORDEDORES INFANTILES DE ACUERDO A PUNTOS DE MUESTREO

Para el desarrollo de la parte experimental de esta investigación se llevó a cabo el proceso de recolección de muestra en diferentes negocios que venden productos asiáticos (muchos de procedentes de China) y que se encuentran ubicados entre la Calle Arce y la Séptima Avenida Norte del área metropolitana de San Salvador; donde se ubican principalmente 4 puntos de muestreo, que distribuyen mordedores infantiles donde fueron recolectadas de una manera equitativa un total de 73 muestras.

Previo a la compra de las muestras se realizó un sondeo para conocer las marcas de juguetes mordedores que vendía cada punto de muestreo, luego el muestreo se realizó de forma tal que las muestras fueron seleccionadas por marca de producto encontrada en los puntos de venta, obteniéndose 8 marcas diferentes de juguetes mordedores provenientes de tiendas chinas (Ver tabla N°1). En algunos casos las muestras se encontraron mal almacenadas, con polvo y bajo el sol.

También se tomó en cuenta durante la investigación, muestras de marcas reconocidas de productos para bebés, los juguetes mordedores infantiles que son comercializados por almacenes por departamento las cuales difieren ampliamente en precios de venta; las marcas seleccionadas fueron Gerber®, Evenflo®, Born®, Nuby®; se recolectó solamente un mordedor infantil por cada marca.

A todas las muestras seleccionadas se les asignó un código, dependiendo del punto de venta donde se tomó y un número correlativo (Ver Tabla N°1).

Posteriormente las muestras recolectadas de mordedores infantiles se trasladaron al Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y

Farmacia de la Universidad de El Salvador para su análisis por el método de Espectrofotometría Infrarroja.

Tabla N°1. Número de muestras tomadas de cada tienda y codificación asignada

| TIENDA | MARCA SELECCIONADA | CODIGO | CANTIDAD DE MUESTRA TOMADA | EJEMPLO DE CODIFICACION |
|--|---------------------------------|--------|----------------------------|-------------------------|
| Almacén Fantasy | Disney Baby Noor Genial | AF | 18 | AF01 |
| Bazar Oriental | Wakids Skippy Jungle Pals | BO | 19 | BO01 |
| Cora Store | Healthy | CS | 18 | CS01 |
| Fashion 21 Man | Xibei | FM | 18 | FM01 |
| Bebé mundo | Gerber® | BM | 1 | BM01 |
| Juguetón | Born® | JG | 1 | JG01 |
| Simán | Evenflo® | SM | 1 | SM01 |
| Walmart | Nuby® * | WM | 1 | WM01 |
| Total | | | 77 | |
| *Muestra no se pudo tratar, debido a que durante el calentamiento no presento cambio alguno. | | | | |

5.2 ANALISIS DE MUESTRAS POR METODO DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA

Antes de realizar el análisis de muestras por espectrofotometría infrarroja, fue necesario procesarlas, lo cual se hizo de la siguiente manera (Ver Anexo N° 8):

- Se realizó un corte al mordedor con una tijera limpia y se descartó el agua contenida en su interior.
- Se cortó un trozo del juguete mordedor y se colocó entre dos placas de metal limpias y secas.
- Se colocó una plancha eléctrica caliente sobre la placa de metal superior manteniéndola por un minuto sobre ella.
- Se retiró la plancha eléctrica y la placa de metal superior.
- Se levantó la muestra con ayuda de pinzas y se estiró de forma que la muestra fuera disminuyendo su grosor homogéneamente, hasta quedar lo más delgada posible sin llegar a romperse.

Las muestras recolectadas de mordedores infantiles se analizaron en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador por el método de Espectrofotometría Infrarroja utilizando el equipo Shimadzu IRAAinfinity-1 en un periodo comprendido entre Abril – mayo del año 2019. Cabe mencionar que en el país, es uno de los pocos laboratorios que cuenta con este equipo, ya que se consultó la posibilidad de realizar los análisis en laboratorios de tercería pero no cuentan con él.

La lectura de las muestras en el equipo se realizó con la ayuda del programa IRsolution, colocando las muestras en las celdas para polímeros. El análisis de resultados se realizó mediante una búsqueda en el Banco de Espectros de la Biblioteca Virtual del Espectrofotómetro Infrarrojo, seleccionando el comando **Search – Spectrumsearch**, el programa realiza comparación del espectro de la muestra con los almacenados en la biblioteca identificando el polímero, esto

se realizó para las 76 muestras, a excepción la muestra proveniente de Walmart que no pudo ser procesada por lo tanto no se analizó.

5.3 POLIMEROS PRESENTES EN LAS MUESTRAS

Luego de realizadas las lecturas de todas las muestras, se encontró la presencia del polímero Etilen-vinil-acetato (EVA) tanto en los juguetes de tiendas chinas como en los de marcas reconocidas.

Las lecturas de la muestras codificas por tienda permitió obtener resultados por punto de muestreo. En la tabla N° 2 se presenta las muestras analizadas por cada punto de muestreo así como también el tipo de polímero presente.

Tabla N° 2. Resumen del número de muestras tomadas de cada tienda y tipo de polímero encontrado.

| TIENDA | CANTIDAD DE MUESTRAS ANALIZADAS | TIPO DE POLIMERO ENCONTRADO |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Almacén Fantasy | 18 | Etilen-vinil-acetato (EVA) |
| Bazar Oriental | 19 | Etilen-vinil-acetato (EVA) |
| Cora Store | 18 | Etilen-vinil-acetato (EVA) |
| Fashion 21 Man | 18 | Etilen-vinil-acetato (EVA) |
| Bebé mundo | 1 | Etilen-vinil-acetato (EVA) |
| Juguetón | 1 | Etilen-vinil-acetato (EVA) |
| Simán | 1 | Etilen-vinil-acetato (EVA) |
| Total | 76 | |

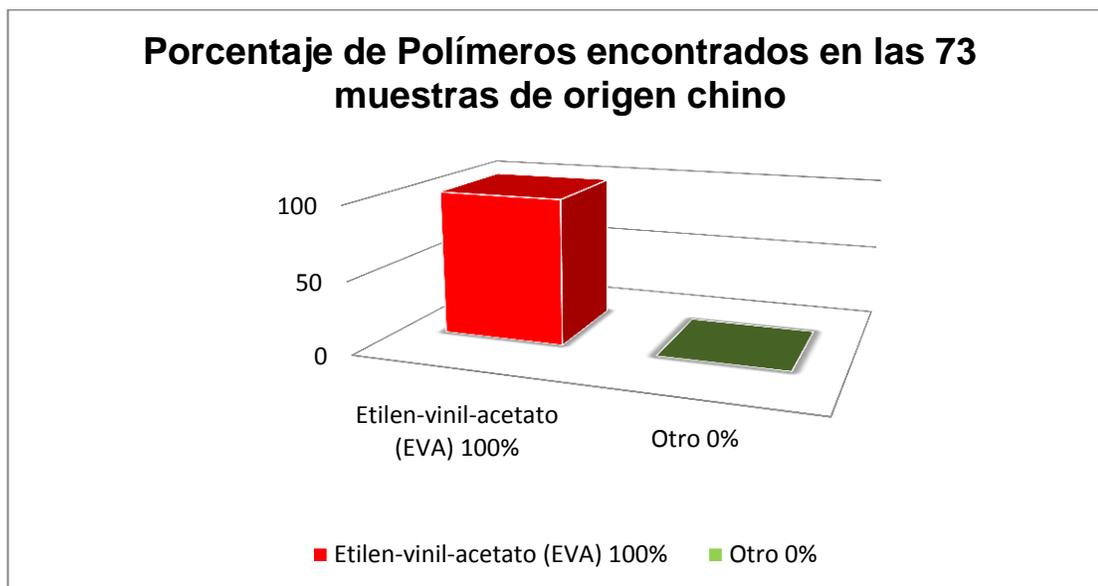


FIGURA N° 1. Gráfico del polímero encontrado en las muestras analizadas provenientes de ventas de productos chinos

En las 73 muestras analizadas se obtuvieron espectros de Etilen-vinil-acetato (EVA), este es un copolímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de acetato de vinilo y etileno, con presencia de grupos polares en su estructura, caracterizado por un fácil procesamiento, alta adhesión, buena flexibilidad y compatibilidad. ⁽¹⁵⁾

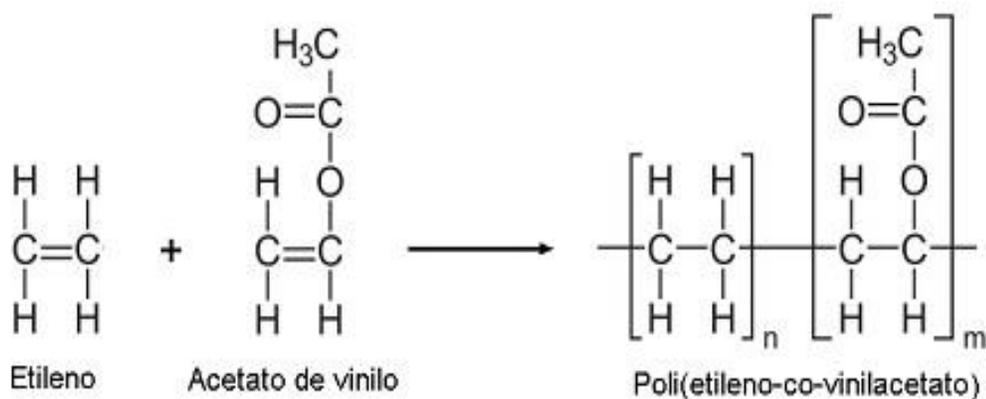


Figura N° 2. Polimerización y estructura del Etilen-vinil-acetato (EVA) ⁽¹⁵⁾

La polimerización es una reacción química en cadena que una vez iniciada, continúa por sí sola con rapidez. Un requisito indispensable para la consumación de una reacción química de polimerización es la existencia de dobles enlaces. Estos compuestos insaturados reaccionan con rapidez, enlazándose a otros monómeros cuando se aplica energía térmica o radiante al sistema o cuando hay presencia de catalizadores.

El Etilen-vinil-acetato (EVA) se obtiene a través de la unión del monómero de acetato de vinilo con el monómero de etileno en un sistema de alta presión. El acetato de vinilo es dosificado teniendo en cuenta las características deseadas en el copolímero final. ⁽¹⁾ La reacción entre dos tipos de monómeros distintos desemboca en la formación de copolímeros, que presentan propiedades distintas a las de los monómeros de los que proceden. ⁽¹⁵⁾

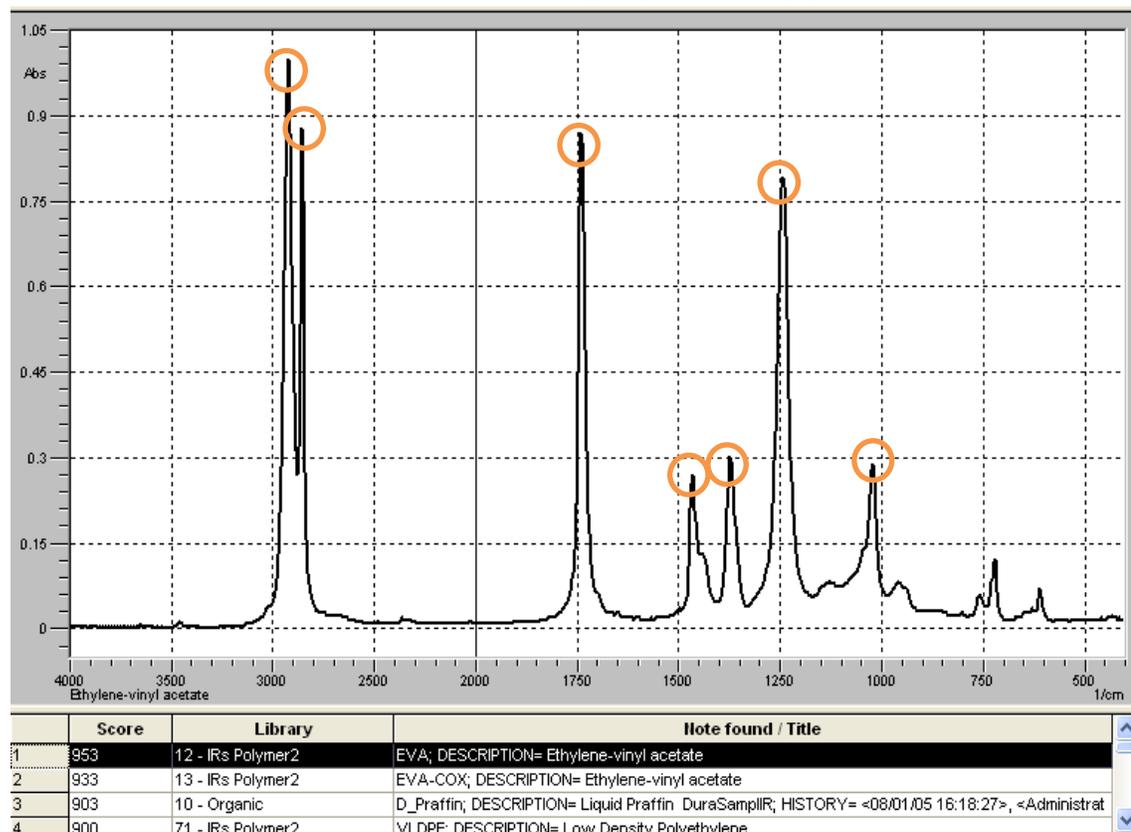


Figura N°3. Espectro infrarrojo del polímero Etilen-vinil-acetato (EVA)

En la figura N° 3 se observa el espectro infrarrojo estándar del polímero Etilen-vinil-acetato (EVA) en términos de absorbancia vs longitud de onda y se han señalado los picos más representativos de este polímero y que al buscar en la biblioteca virtual dio como resultado más aproximado el Etilen-vinil-acetato (EVA).

Basado en el espectro infrarrojo del EVA se puede ver claramente las bandas características asignadas al Vinilacetato VA (1740 cm^{-1} , 1240 cm^{-1} , 1020 cm^{-1} , 610 cm^{-1}) así como las bandas que se le pueden asignar al Etileno (2920 cm^{-1} , 2850 cm^{-1} , 1470 cm^{-1} , 720 cm^{-1}). En particular, en la tabla N°3 se muestran las asignaciones realizadas a las bandas observadas en los espectros del Etilen-vinil-acetato EVA.

Tabla N° 3. Resumen de la asignación de bandas observadas en el espectro patrón del Etilen-vinil-acetato (EVA) ⁽²⁶⁾

| Número de onda (cm^{-1}) | Deformación |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 610 | Balanceo C=O |
| 720 | Balanceo CH_2 |
| 1021 | Estiramiento simétrico C-O- C=O |
| 1242 | Estiramiento asimétrico C-O- C=O |
| 1464 | Balanceo y flexión CH_2 |
| 1740 | Estiramiento C=O |
| 2850 | Estiramiento simétrico CH_2 |
| 2920 | Estiramiento asimétrico CH_2 |

La región más importante desde el punto de vista práctico, para compuestos orgánicos, es el infrarrojo medio como se muestra en la tabla N°4 que está situado aproximadamente entre 4000 y 400 cm^{-1} ($2,5\text{-}15\mu\text{m}$). Como acabamos

de mencionar, la zona que nos interesa desde el punto de vista de la identificación de un compuesto orgánico es la del infrarrojo medio ($4000-400\text{ cm}^{-1}$), que corresponde a la zona del espectro patrón del Etilen-vinil-acetato EVA (Ver Figura N°3) y en donde se describen la asignación de bandas según Tabla N° 3.

Tabla N°4. Regiones del espectro infrarrojo ⁽²⁶⁾

| DENOMINACION | INTERVALO (cm^{-1}) | INTERVALO λ (μm) |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Infrarrojo próximo | 12500-4000 | 0,8-2,5 |
| Infrarrojo medio | 4000-400 | 2,5-15 |
| Infrarrojo lejano | 660-50 | 15,15-200 |

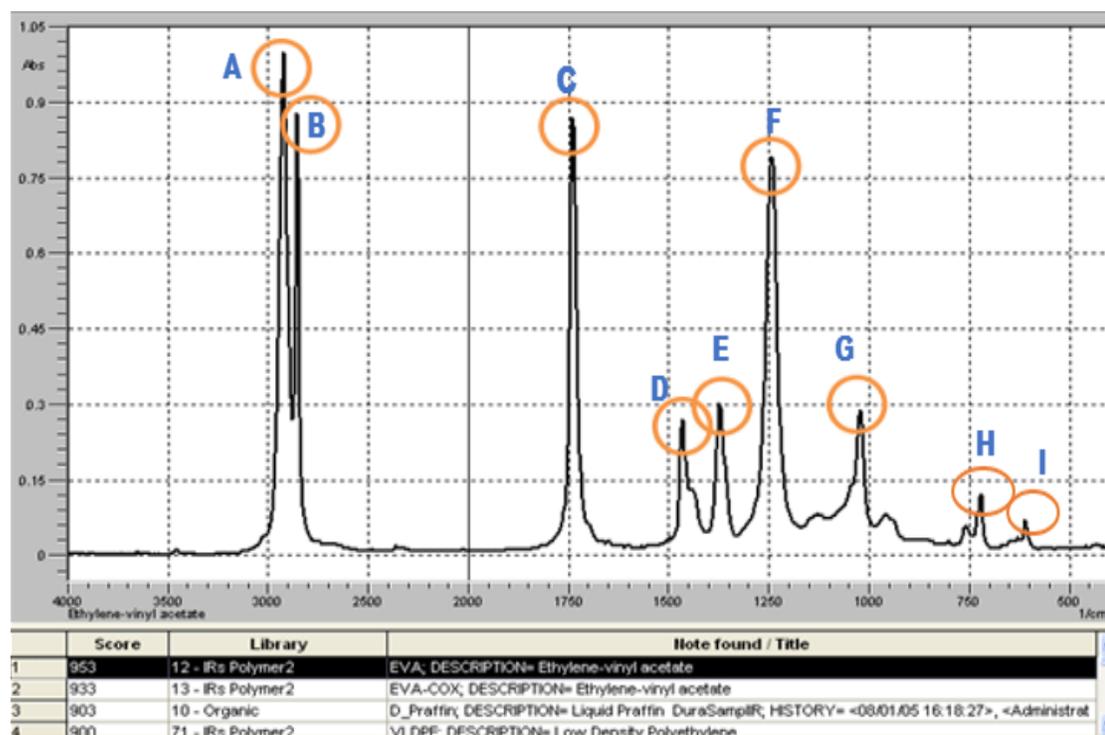


Figura N° 4. Espectro infrarrojo del polímero Etilen-vinil-acetato (EVA) y nombramiento de cada banda característica.

En la figura N° 4 se nombra cada pico o banda característico del espectro estándar del Etilen-vinil-acetato (EVA) proveniente de la biblioteca espectral del equipo Shimadzu IRAAinfinity-1. La banda **A** a 2920 cm^{-1} representa el estiramiento asimétrico del etileno CH_2 , la banda **B** a 2850 cm^{-1} es un estiramiento simétrico CH_2 , banda **C** a 1740 cm^{-1} está asociada a la presencia del grupo carbonilo $\text{C}=\text{O}$ del vinilacetato, la banda **D** a 1464 cm^{-1} está relacionada con los grupos metilenos CH_2 , la banda **E** a 1342 cm^{-1} representa el estiramiento del metilo CH_3 , la banda **F** representa el estiramiento asimétrico $\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O}$ del vinilacetato, banda **G** a 1021 cm^{-1} corresponde al alargamiento simétrico del enlace $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ del grupo vinilacetato, banda **H** a 720 cm^{-1} está relacionada al grupo metileno, la banda **I** está asociada al balanceo $\text{C}=\text{O}$. (Ver tabla N° 5).

Tabla N° 5. Asignación de bandas observadas en el espectro patrón del Etilen-vinil-acetato (EVA) ⁽²⁶⁾

| Banda | Longitud de onda cm^{-1} | Tipo de vibración |
|-------|-----------------------------------|---|
| A | 2920 | Estiramiento asimétrico CH_2 |
| B | 2850 | Estiramiento simétrico CH_2 |
| C | 1740 | Estiramiento $\text{C} = \text{O}$ |
| D | 1464 | Flexión CH_2 |
| E | 1372 | Estiramiento de metilo CH_3 |
| F | 1242 | Estiramiento asimétrico $\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O}$ |
| G | 1021 | Estiramiento simétrico $\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O}$ |
| H | 720 | Balanceo CH_2 |
| I | 610 | Balanceo $\text{C}=\text{O}$ |

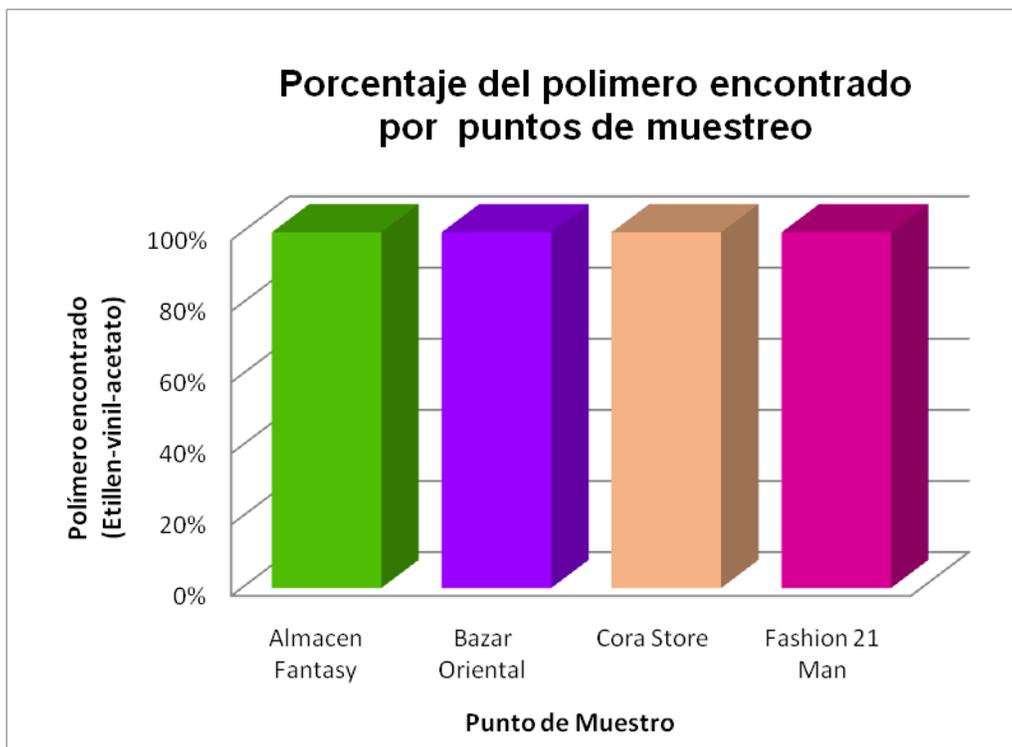


Figura N° 5. Porcentaje de polímero encontrado por puntos de muestreo.

En la figura N° 5 se muestra el resultado del análisis del 100% de las muestras analizadas en esta investigación tienen como componente polimérico el Etilen-vinil-acetato (EVA).

Este es un copolímero termoplástico formado por unidades repetitivas de monómeros de etileno y monómeros de acetato de vinilo. Entre las propiedades de este polímero se encuentran la flexibilidad, suavidad, resistencia a bajas temperaturas, a la radiación UV y a la corrosión, por su facilidad de ser prensado en caliente posee alta dureza y alta resistencia a la tensión. (9) (11) (15)

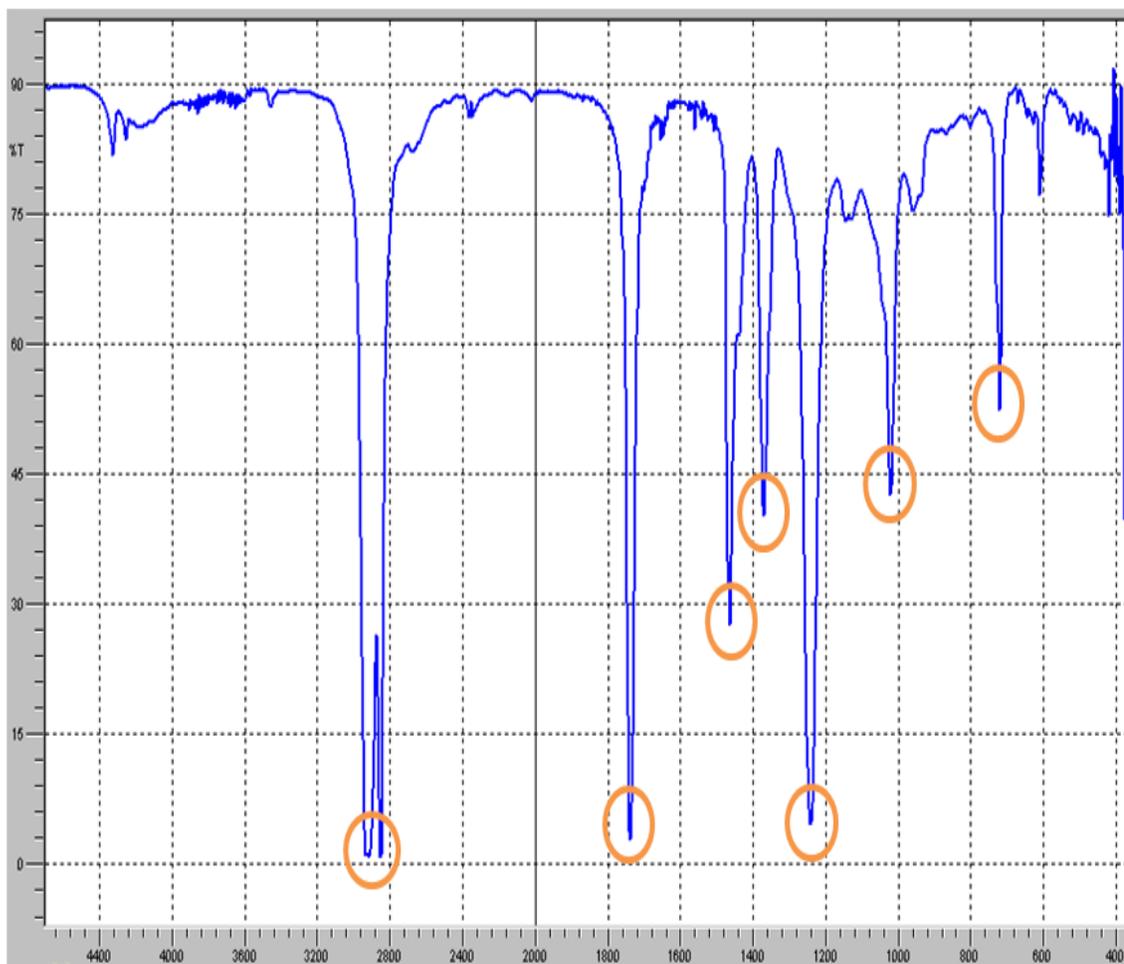


Figura N° 6. Espectro Infrarrojo de la muestra AF 17

En la figura N° 6 se observa el espectro infrarrojo en términos de transmitancia vs longitud de onda de la muestra con el código AF 17 del Almacén Fantasy en donde han sido marcadas las bandas representativas en las siguientes longitudes de onda: 1740 cm^{-1} , 1240 cm^{-1} , 1020 cm^{-1} , 610 cm^{-1} , 2920 cm^{-1} , 2850 cm^{-1} , 1470 cm^{-1} , 720 cm^{-1} ; dichas bandas identificadas son coincidentes a las bandas del espectro patrón del polímero Etilen-vinil-acetato (EVA) de la biblioteca espectral del equipo Shimadzu IRAAinfinity-1.

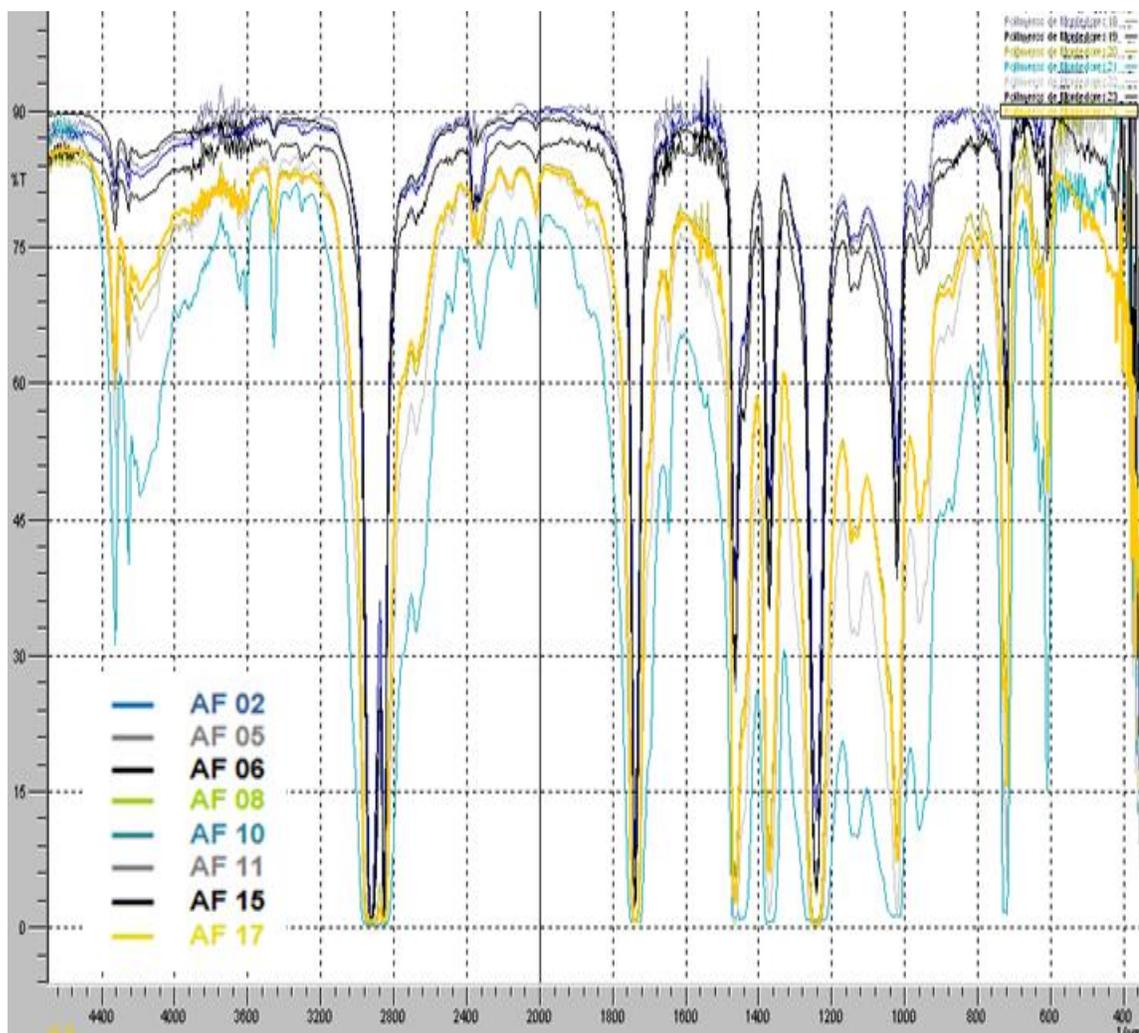


Figura N° 7. Espectros infrarrojos acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes del Almacén Fantasy

En la figura N°7 se observa el acoplamiento de los espectros obtenidos en términos de transmittancia vs longitud de onda de 8 de las 18 muestras adquiridas en el Almacén Fantasy, dando como resultado que el polímero presente en las muestras es el Etilen-vinil-acetato (EVA); ya que las bandas acopladas son coincidentes a las bandas del espectro patrón del polímero Etilen-vinil-acetato (EVA) de la biblioteca espectral del equipo Shimadzu IRAAInfinity-1.

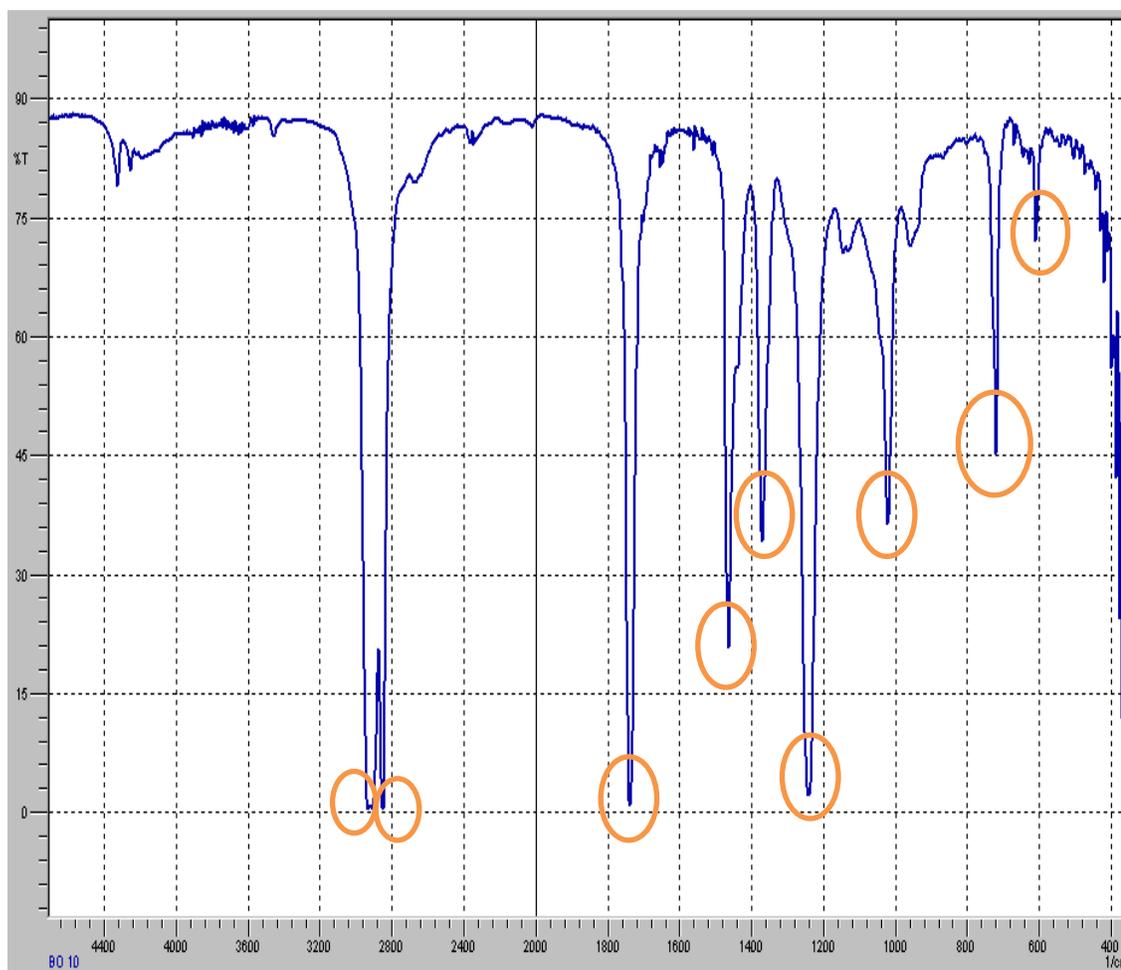


Figura N° 8. Espectro Infrarrojo de la muestra BO 10

En la figura N° 8 se observa el espectro infrarrojo en términos de transmitancia vs longitud de onda de la muestra con el código BO 10 de la tienda Bazar Oriental en donde se han señalado las bandas representativas, como por ejemplo, la banda aproximadamente a 2920 cm^{-1} , es un movimiento de vibración de estiramiento asimétrico del CH_2 . Así mismo en la región $1800\text{--}1650\text{ cm}^{-1}$ se observa un pico intenso que corresponde a la vibración de estiramiento del grupo C=O . (38)

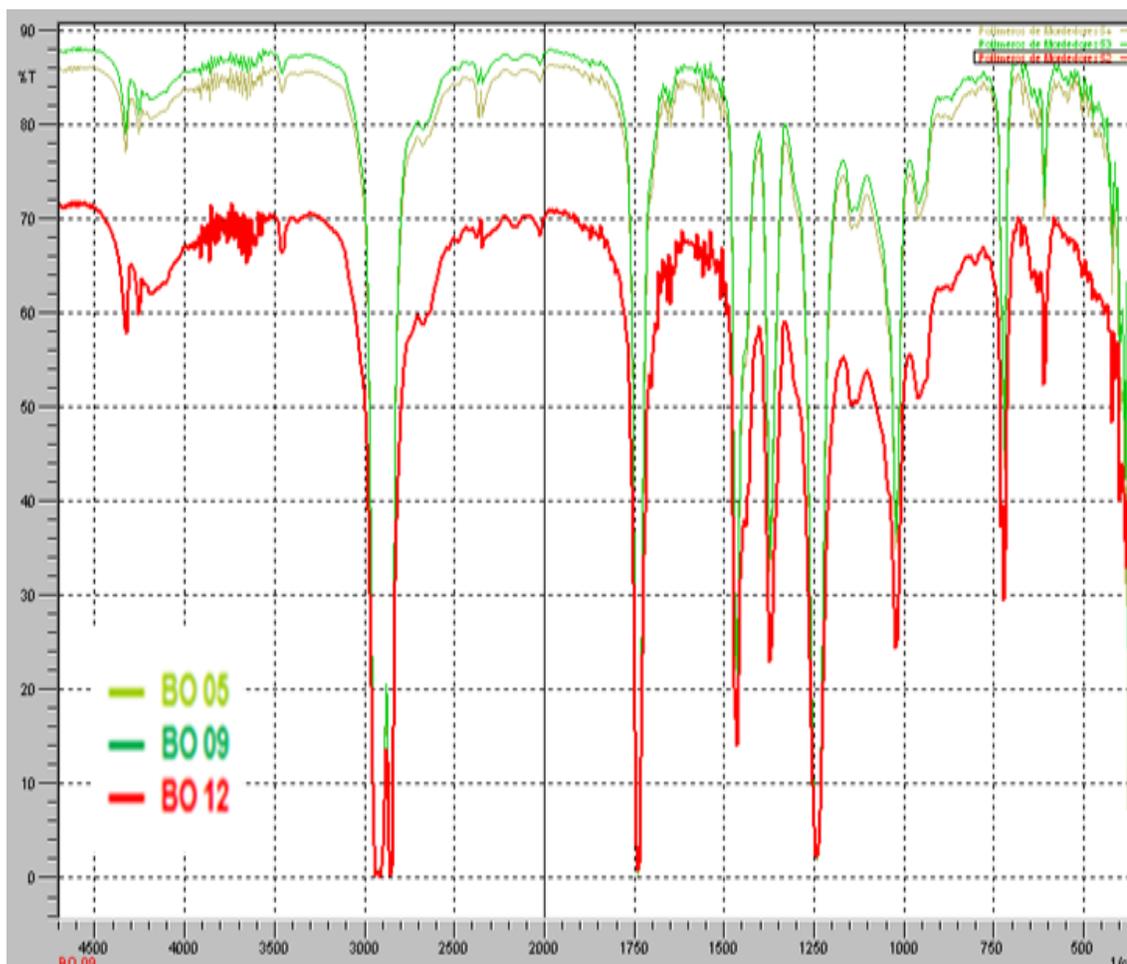


Figura N°9. Espectros infrarrojos acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes de la tienda Bazar Oriental

En la figura N°9 se puede observar el acoplamiento de 3 de las 19 muestras adquiridas en el punto de muestreo Bazar Oriental, con respecto a transmitancia vs longitud de onda.

Los 3 espectros bandas acoplados son coincidentes a las bandas del espectro estándar del Etilen-vinil-acetato (EVA).

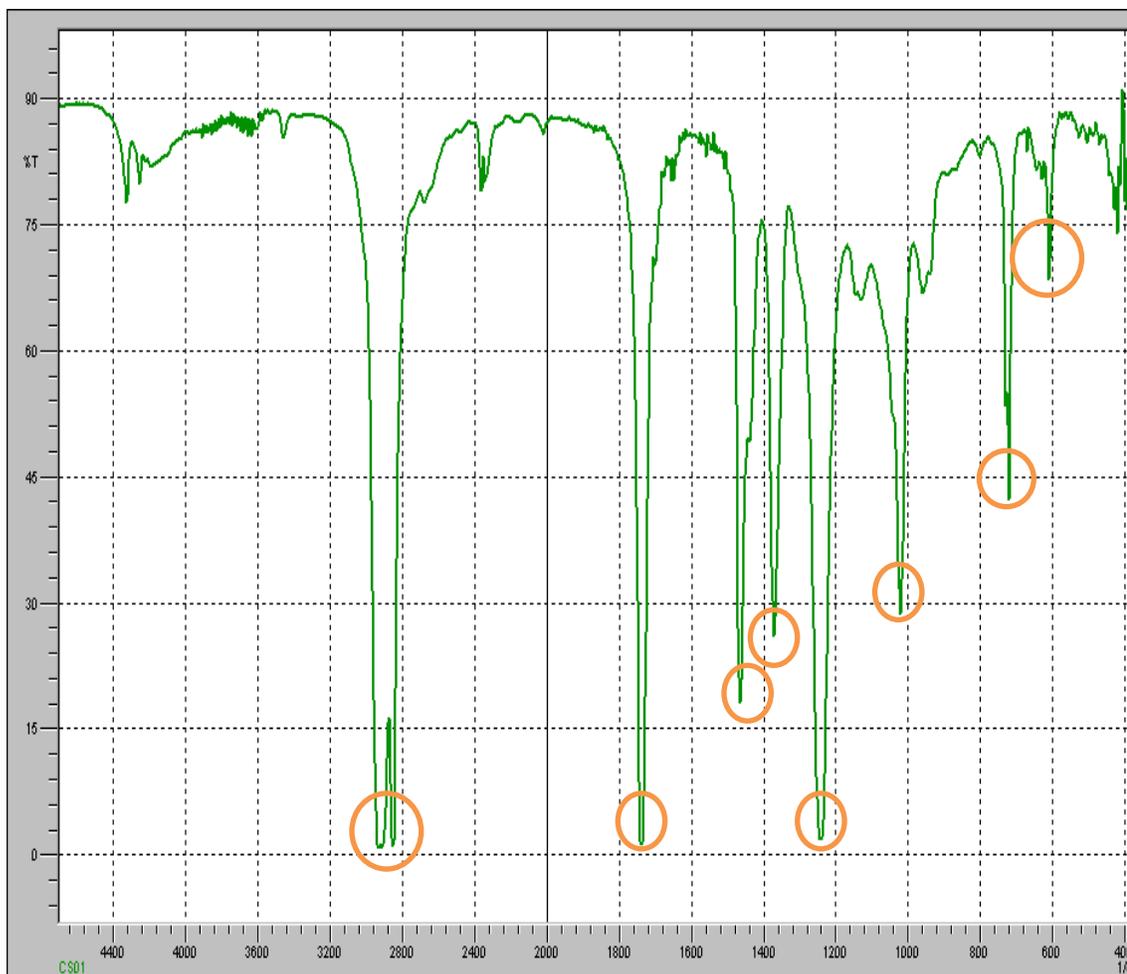


Figura N° 10. Espectro obtenido de la muestra CS 01

En la figura N°10 se observa el espectro infrarrojo en términos de transmitancia vs longitud de onda de la muestra con el código CS 01 de la tienda Cora Store en donde han sido marcadas las bandas representativas del etileno y acetato de vinilo.

Por ejemplo la banda aproximadamente a $2,850\text{cm}^{-1}$, es un movimiento de estiramiento simétrico del CH_2 , en donde esta tensión significa los diferentes cambios en la distancia interatómica a lo largo del enlace.

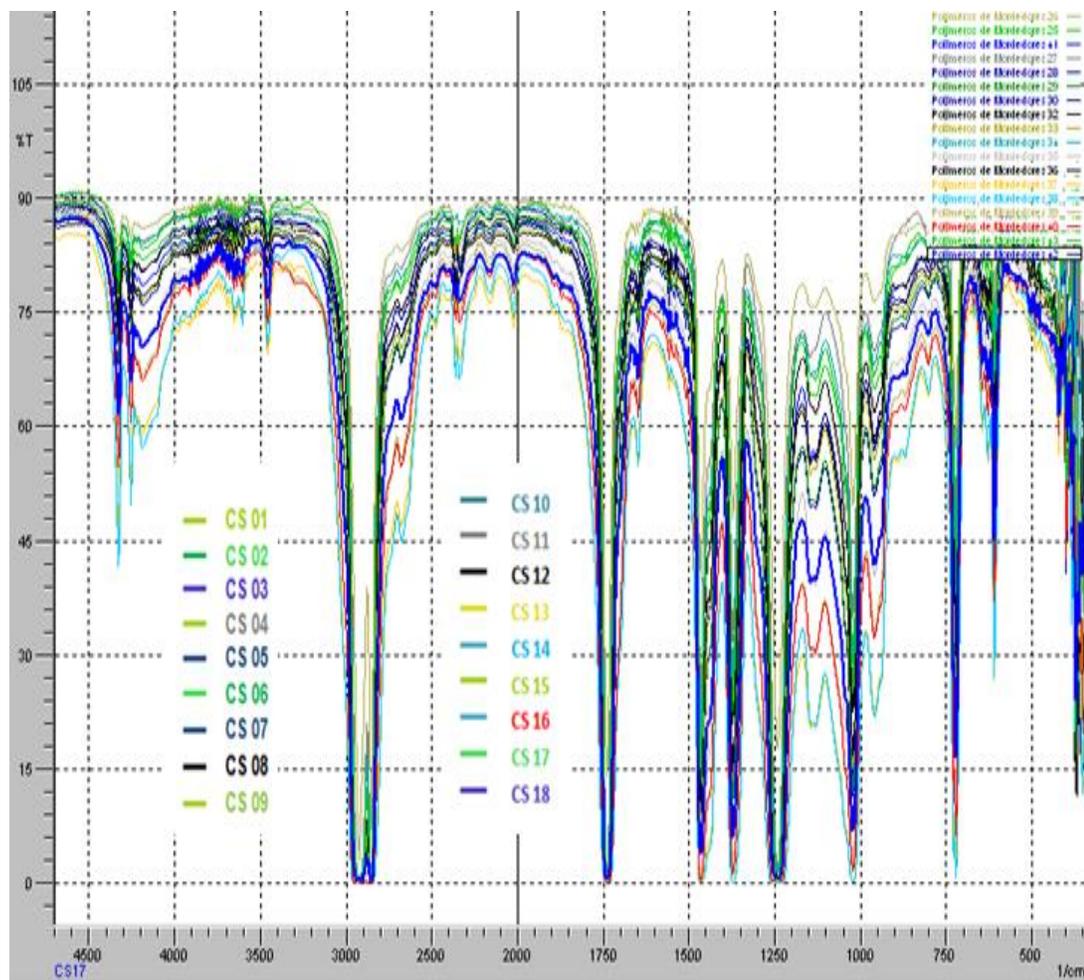


Figura N°11. Espectros infrarrojos acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes de la tienda Cora Store

En la figura N°11 se puede observar el acoplamiento con respecto a transmitancia vs longitud de onda de las 18 muestras adquiridas en la tienda Cora Store y su tendencia en las bandas corresponden al espectro estándar del EVA.

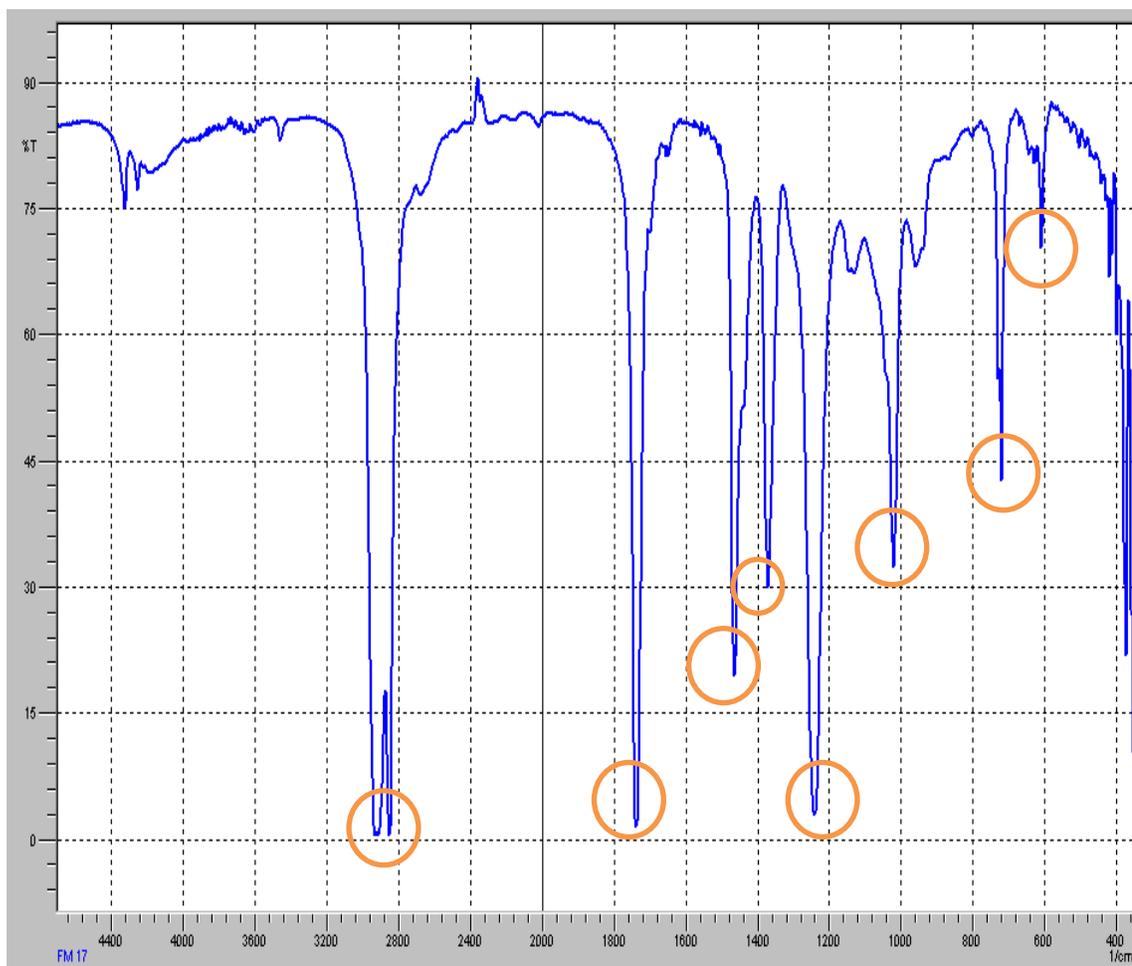


Figura N°12. Espectro Infrarrojo de la muestra FM 17

En la figura N° 12 se observa el espectro infrarrojo en términos de transmitancia vs longitud de onda de la muestra FM 17 de la tienda Fashion 21 Man y han sido señaladas las bandas características dichas bandas identificadas son coincidentes a las bandas del espectro patrón del polímero Etilen-vinil-acetato (EVA) de la biblioteca espectral del equipo Shimadzu IRAAInfinity-1. En un espectro de un polímero, la mayoría de los picos característicos corresponden a estructuras de unidades repetitivas, que son similares a las moléculas pequeñas llamadas monómeros. Estos picos son llamados bandas monoméricas son cruciales para investigar la estructura de polímeros. (38)

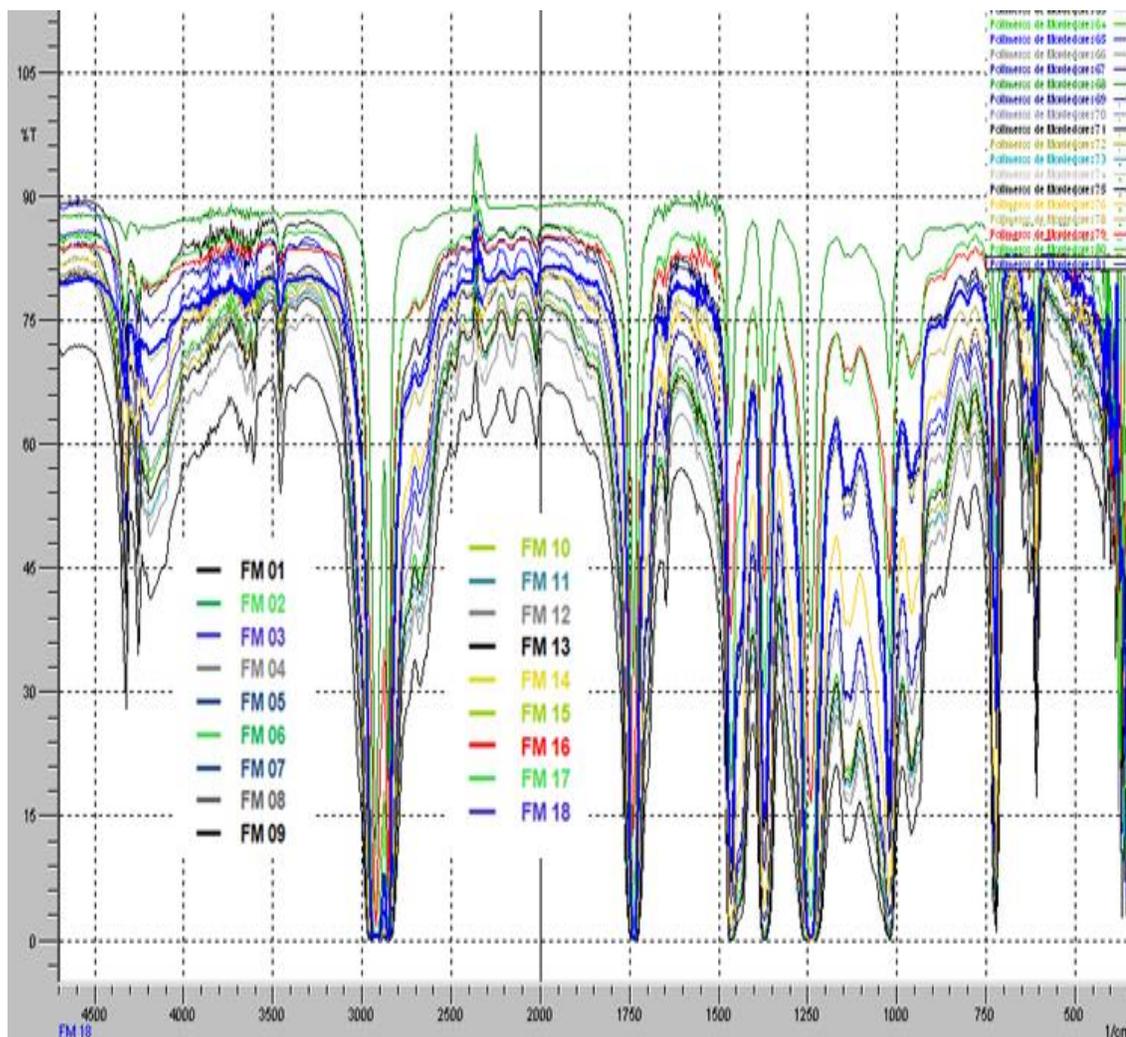


Figura N°13. Espectros infrarrojo acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes de la tienda Fashion 21 Man

En la figura N°13 se presentan los 18 espectros acoplados de las 18 muestras provenientes de la tienda Fashion 21 Man, los picos que se observan coinciden a las bandas características del espectro estándar del Etilen-vinil-acetato (EVA).

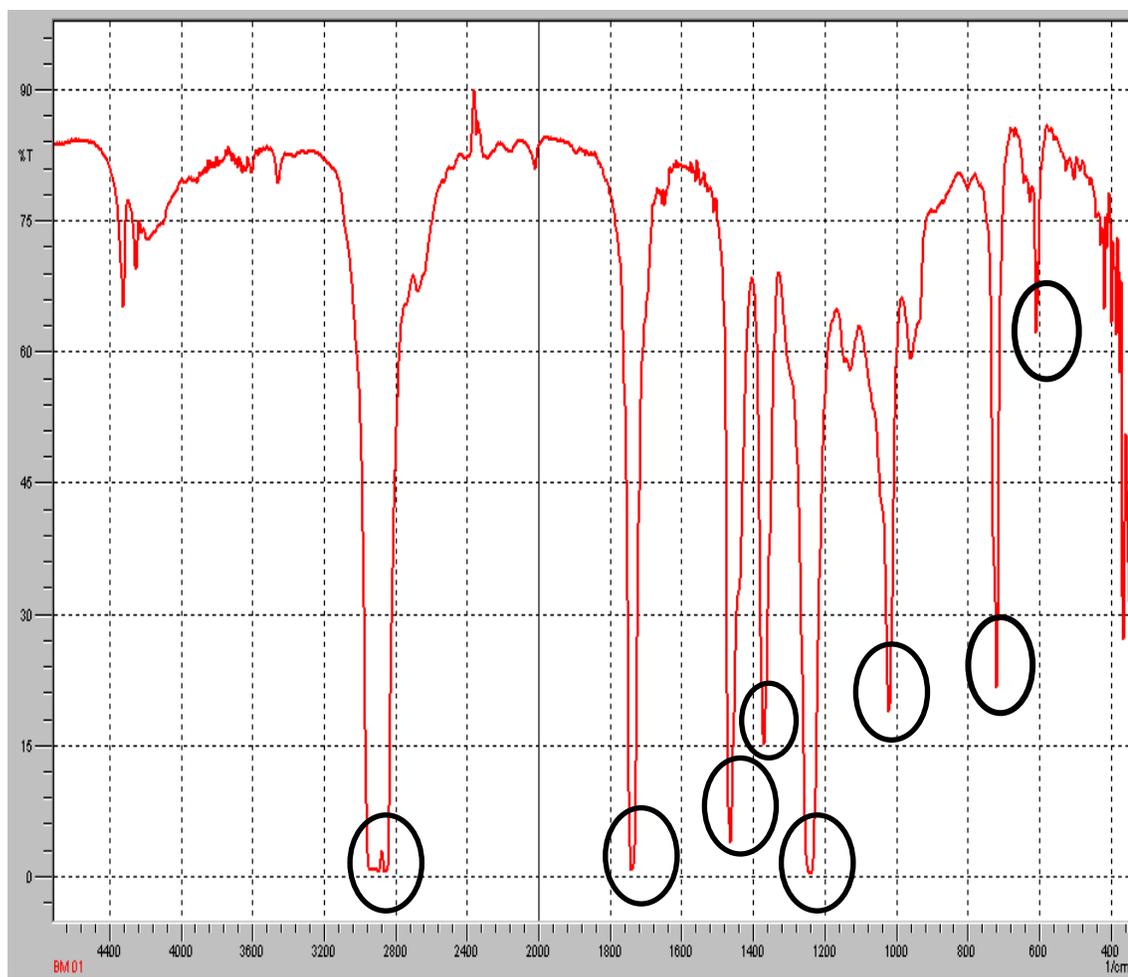


Figura N° 14. Espectro Infrarrojo de la muestra BM 01

En la figura N°14 se observa el espectro infrarrojo en términos de transmitancia vs longitud de onda de la muestra BM 01 del almacén Bebé Mundo de la marca Gerber ®, en donde han sido marcadas las 8 bandas representativas, coincidiendo con el polímero Etilen vinil-acetato.

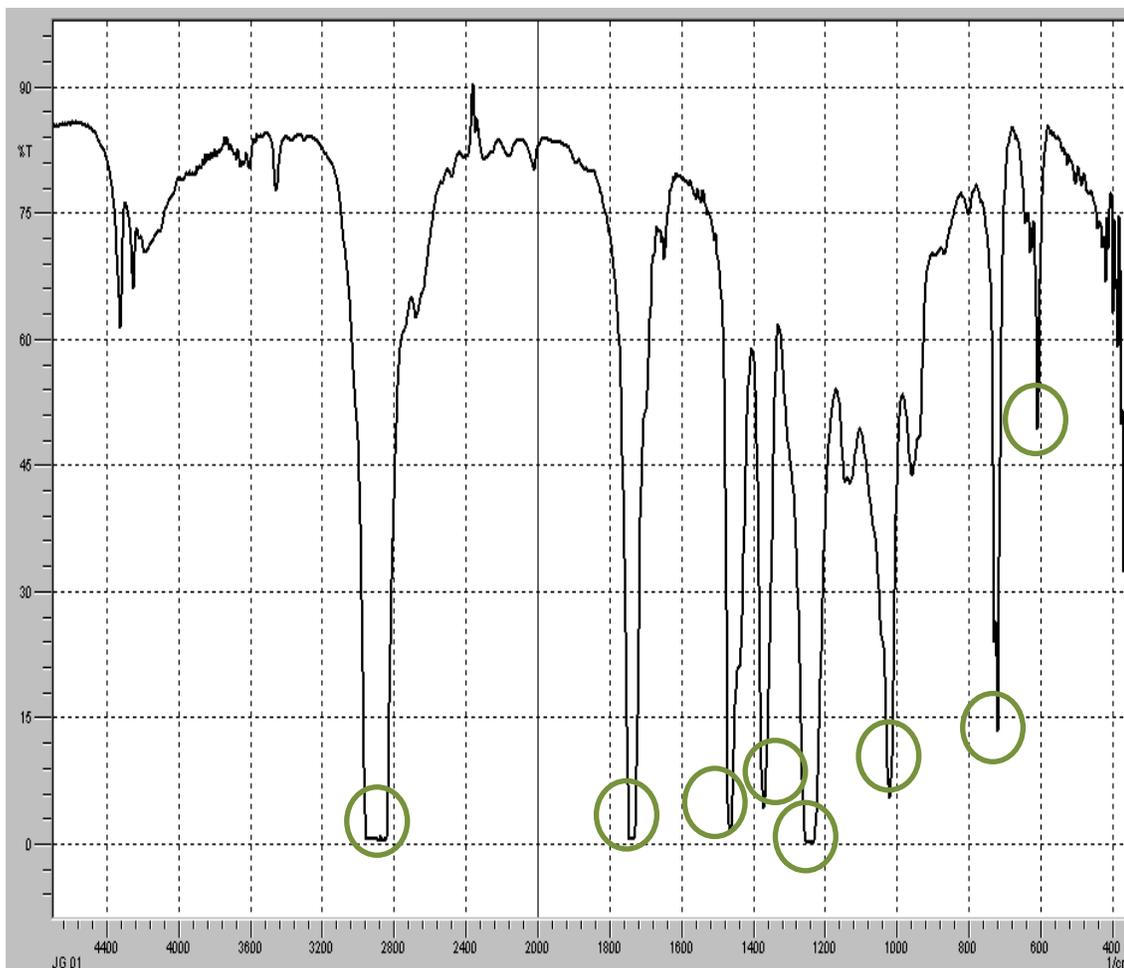


Figura N° 15. Espectro Infrarrojo de la muestra JG 01

En la figura N°15 se observa el espectro infrarrojo en términos de transmitancia vs longitud de onda de la muestra JG 01 del almacén Juguetón de la marca reconocida Born®, en donde las bandas marcadas son coincidentes a las bandas del espectro patrón del polímero Etilen-vinil-acetato (EVA). Es un polímero termoplástico formado por unidades repetitivas de etileno y acetato de vinilo con presencia de grupos polares en su estructura. Su contenido de acetato de vinilo está estrechamente relacionado con las propiedades del

producto final del EVA, entre el 3 y el 18%, posee propiedades similares a las del polietileno pero a altos niveles de incorporación son elastómeros, dependiendo del tipo de aplicación o uso al que esté destinado. ⁽¹⁵⁾

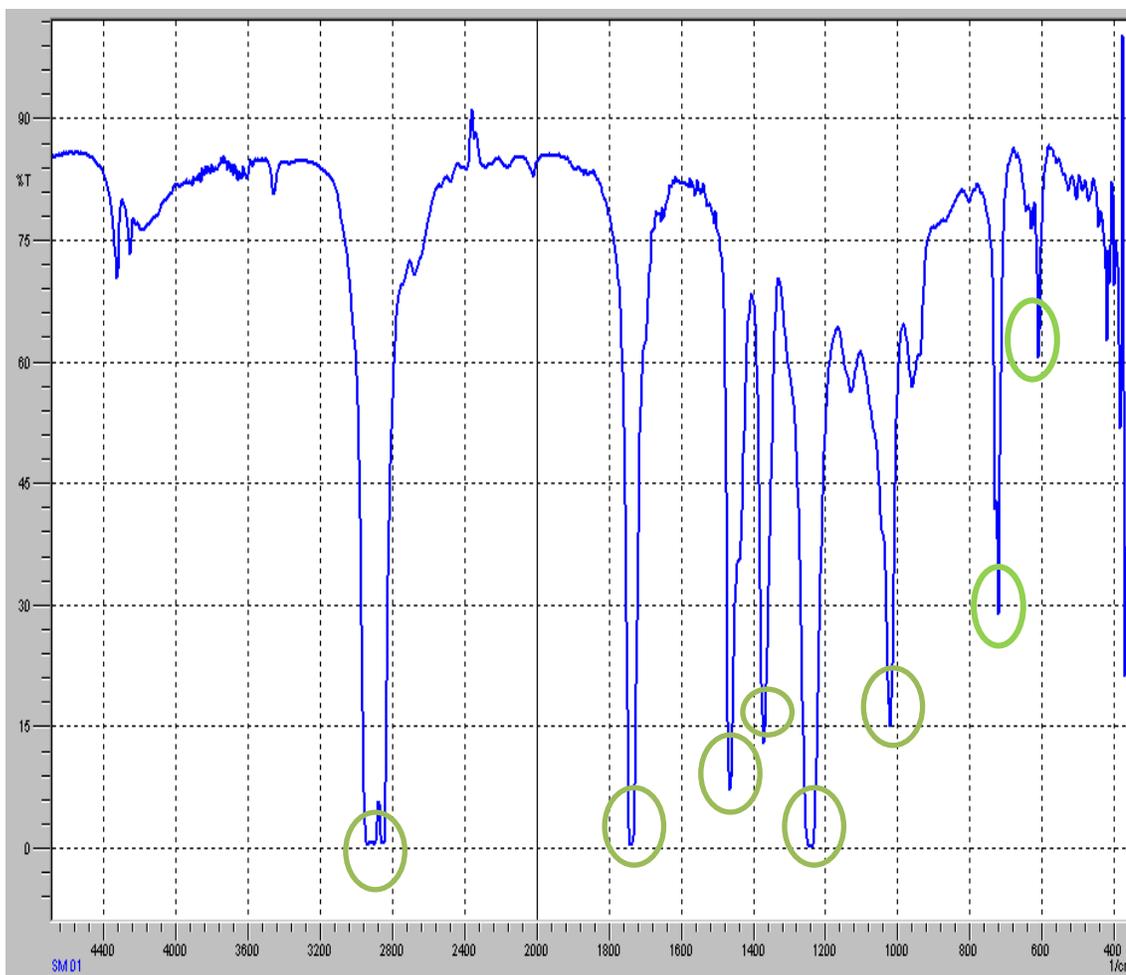


Figura N° 16. Espectro infrarrojo de la muestra SM 01

En la figura N° 16 se observa el espectro infrarrojo en términos de transmitancia vs longitud de onda de la muestra SM 01 del almacén Simán de la marca Evenflo®, todas las bandas marcadas corresponden en similar longitud de onda a las bandas obtenidas del espectro estándar del copolímero Etilen-vinil-acetato (EVA). A manera de ejemplo aproximadamente a 1240 cm^{-1} y 1020 cm^{-1}

se observan señales características del estiramiento asimétrico y simétrico respectivamente del monómero vinilacetato; mismas bandas **F** y **G** identificadas en el espectro patrón. (Ver Figura N° 4).

De acuerdo los espectros de las muestras (Ver Anexo N° 10) podemos concluir que el material del que están elaboradas es Etilen-vinilacetato (EVA) y podemos decir que la identificación de polímeros por el método de Espectrofotometría Infrarroja es un método rápido y sencillo, que nos permitió identificar adecuadamente el tipo polímero presente en juguetes mordedores infantiles.

5.4 POLIMERO IDENTIFICADO EN LAS MUESTRAS ANALIZADAS

Durante la investigación se obtuvo que tanto los juguetes mordedores provenientes de tiendas chinas como los de marcas reconocidas están hechos del material Etilen-vinil-acetato (EVA).

Etilen-vinil-acetato (EVA)

Es un polímero conformado por unidades de etileno y acetato de vinilo que puede ser empleado como termoplástico o elastómero dependiendo el contenido de vinil acetato, el cual varía de 10 % al 40 %. Sin embargo el contenido promedio de acetato de vinilo en el copolímero es de 18%, con el fin de obtener un expandido con buena procesabilidad y versatilidad. ⁽²⁷⁾ Este contiene ramificaciones largas y cortas en adición de los grupos acetato. A bajos niveles de incorporación de vinil acetato tiene propiedades físicas similares a las del polietileno de baja densidad pero a niveles altos de incorporación son elastómeros.

Por la incorporación de oxígeno, el copolímero de Etilen-vinil-acetato presenta mayor densidad en un nivel dado de cristalinidad que el polietileno, que comprende solo carbón e hidrogeno. Son transparentes, flexibles, blandos,

resistentes a la ruptura y al impacto y es principalmente usado en empaques y adhesivos. Las resinas del Etilen-vinil-acetato son más permeables al oxígeno, vapor de agua, y al dióxido de carbono. La resistencia química es similar a la del polietileno de baja densidad (LDPE).

Tiene como propiedades su flexibilidad y suavidad, resistencia a bajas temperaturas, al agrietamiento, a la radiación UV, a la corrosión y su facilidad de ser prensado en caliente. Otra propiedad importante a evaluar en los polímeros es su cristalinidad, teniendo en cuenta que el EVA contiene acetato de vinilo y etileno, es preciso identificar el comportamiento de cada uno de estos monómeros en el copolímero y su estructura. El polietileno es un polímero termoplástico parcialmente cristalino, que al introducir en su estructura un monómero flexible y polar, como lo es el acetato de vinilo provoca un cambio en la regularidad estructural, de manera que se aumenta la distancia entre las cadenas poliméricas, disminuyendo su cristalinidad.

A medida que se aumenta el porcentaje de acetato de vinilo en el copolímero se ven mejoradas las propiedades de elasticidad, adhesividad, flexibilidad, densidad y dureza, se aumenta la transparencia, resistencia a la rotura en frío y provocando una menor resistencia a la deformación por calor y a la tensión.

Además de sus aplicaciones en la producción de películas y adhesivos, se utiliza en una gran variedad de piezas moldeables como mangueras flexibles, tubos, componentes para calzado, artículos deportivos y en juguetes.

Entre sus propiedades físicas se puede mencionar que es un sólido traslucido con un punto de reblandecimiento de 85 °C; esta temperatura es un punto crítico para el estiramiento con calor de las muestras para obtener láminas delgadas, pues influye al momento de analizarlas y obtener un buen espectro con picos característicos bien definidos. Cabe mencionar que el polímero comienza a descomponerse a temperaturas superiores a 230 ° C. ^{(9) (11)}

Según referencias bibliográficas el Etilen-vinil-acetato (EVA) es un polímero seguro a la salud y sin ninguna alerta estructural de genotoxicidad. En un estudio de toxicidad oral de 120 días en ratas, no se informaron indicios de acumulación y por lo tanto no hay acumulación del copolímero de etilen-vinil-acetato de vinilo en el hombre. ⁽⁹⁾

En otro estudio se desarrolló una metodología de extracción con calentamiento de los mordedores infantiles con agua hirviendo (aproximadamente a 100°C para imitar la desinfección de estos objetos por los padres y se comprobó que se produce la liberación sustancias tóxicas que puede tener un impacto negativo en el sistema endocrino. ⁽²⁰⁾

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. Se concluye que el 100 % de las muestras analizadas en esta investigación están compuestas por el polímero Etilen-vinil-acetato (EVA).
2. Al comparar los espectros obtenidos de las muestras con respecto al espectro de la biblioteca no se encontró ninguna diferencia significativa en las bandas del polímero presente en cada una de las muestras, por lo tanto podemos decir que todas las muestras analizadas no presentan diferencias en los componentes poliméricos utilizados para su fabricación siendo este el Etilen-vinil-acetato (EVA).
3. El Etilen-vinil-acetato (EVA) es un polímero seguro a la salud, no hay evidencia científica de genotoxicidad por parte de este polímero. Sin embargo un factor de riesgo en los juguetes mordedores hechos de este material es la temperatura a la cual se exponen para la desinfección, ya que los mordedores infantiles son sometidos a un proceso de ebullición, lo que puede causar la migración de sustancias lixiviables del mordedor al usuario y estos pueden causar daño en el sistema endocrino.
4. El método de Espectrofotometría Infrarroja permite identificar los materiales orgánicos, como lo son los polímeros en este tipo de muestras, obteniendo los resultados de una forma rápida.
5. El desarrollo de esta investigación es un aporte muy importante al público en general y entidades correspondientes, debido a que se identificó el material por el que están compuestos los mordedores

infantiles que se comercializan en el país, los cuales son muy comunes en el uso en bebés durante el proceso de dentición y que están al alcance del comprador.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Que se valide el método analítico para identificación de polímeros por Espectrofotometría infrarroja ya que este ofrece seguridad y confianza en los resultados.
2. Que el Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN) establezca normativas nacionales sobre la importación al país de este tipo de juguetes o sobre la manufactura dentro del país, que garanticen las características de calidad que deben cumplir para que el uso sea seguro en los bebés.
3. Que en futuros trabajos de investigación se desarrollen estudios a nivel de microbiología con el objetivo de estudiar el contenido y la esterilidad del material de relleno en este tipo de artículos.
4. Que en futuros trabajos de investigación se realicen estudios químicos sobre los aditivos presentes en los polímeros con los que se fabrican este y otro tipo de artículos de puericultura.
5. Que en futuros trabajos de investigación se realicen estudios a nivel químico y físico con el objetivo de estudiar el material de elaboración de este y otro tipo de artículos de puericultura.
6. A las personas encargadas de la desinfección de los juguetes mordedores infantiles se recomienda evitar colocarlos en agua en ebullición, utilizando solo agua a temperatura ambiente con jabón para el lavado de los artículos.
7. A las personas que adquieren juguetes mordedores infantiles se recomienda elegir productos que en su etiquetado aparezca el marcado

CE y la forma de desinfección y/o lavado de los mismos, garantizando que este artículo cumple con las características de seguridad para el usuario.

BIBLIOGRAFIA

1. Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades. Resúmenes de Salud Pública - Acetato de vinilo (Vinyl Acetate). [En línea]. Disponible en :https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs59.html [Fecha de consulta: 3 de Junio de 2019]
2. Artículos de Puericultura. (s.n) [En línea]. Recuperado de: <https://botplusweb.portalfarma.com/Documentos/2015/2/9/82119.pdf> [Fecha de consulta: 02 de Febrero de 2018].
3. Aular, Y. (2013, Enero). Disruptores endocrinos: un nuevo informe con recomendaciones para reducir sus efectos adversos a la salud. Departamento de Farmacología Facultad de Ciencias de la Salud Universidad de Carabobo, Venezuela. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131671382013000100002 [Fecha de consulta: 17 de febrero de 2018].
4. Avent Gama Clásica de Mordedores. [En línea]. Recuperado de: <http://www.p4c.philips.com/cgibin/cpindex.pl?ctn=SCF882/01&dct=FAQ&faqview=1&refdisplay=TEETHERS%204&refnr=00746370scy=ES&slg=ESP> [Fecha de consulta: 06 de Febrero de 2018].
5. Barros , J., Cabrera , J., Fuentes , J. (2016). Evaluación de la citogenotoxicidad *in vitro* en eritrocitos y linfocitos humanos de los extractos de *Crotonniveus*, *Pipermarginatum* e *Hyptissuaveolens*, especies vegetales utilizadas en medicina tradicional del Departamento del Atlántico. [En línea]. Barranquilla: Universidad del Norte. Recuperado de : <http://manglar.uninorte.edu.co/jspui/bitstream/10584/7712/1/130298.pdf> [Fecha de consulta: 20 de Junio de 2019]

6. Boletín Oficial del Estado de España Núm. 209. (2011, 31 Agosto). Real Decreto 1205/2011 sobre la seguridad de los juguetes. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2011/08/31/pdfs/BOE-A-2011-14252.pdf> [Fecha de consulta: 03 de Febrero de 2018]
7. Cooperativa Abacus. (2014). Juguete Seguro [En línea]. Recuperado de: <http://joguinassegura.coop/es/normativa/que-se-regula/> [Fecha de consulta: 03 de Febrero de 2018].
8. Diario Oficial de la Unión Europea. [En línea]. Disponible en: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:170:0001:0037:es:PDF> [Fecha de consulta: 03 de Febrero de 2018]
9. European food safety authority. 2014) Scientific Opinion on the safety assessment of the substance ethylene-vinyl acetate copolymer wax, CAS No 24937-78-8 for use in food contact materials. Parma, Italy. [En línea]. Disponible en <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2014.3555> [Fecha de consulta: 2 de Junio de 2019].
10. Fenollar, O., Fombuena, V., Montañez, N. (2016) Caracterización de materiales poliméricos. [En línea]. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia. Disponible en: https://valencia.polimero.org/docu.upv.es/al-fresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/19907cfd9-fd0009-44e8-ade0c63f63f0dDd78/TO_C_0298_92_01.pdf?guest=true [Fecha de consulta: 15 de enero de 2018]

11. Ficha de datos de seguridad. (2010). [En línea]. Recuperado de: <http://desa.es/images/documentacion-tecnica-/fichas-seguridad/HE15-S.pdf> [Fecha de consulta: 8 de Mayo de 2019].
12. Gómez , R . (2014) Recuperación de polietileno de baja densidad a partir de empaques tetra pak. Tesis de ingeniería en plásticos. Universidad Autónoma del Estado de México, México. [En línea]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/31126/419690.pdf?sequence=3&isAllowed=y> [Fecha de consulta: 2 de Julio de 2019]
13. González, L. (2002). Productos sanitarios para el bebé. [En línea]. Recuperado de: <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-productos-sanitarios-el-bebe-13039713> [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2018].
14. González, W. (2012) Materiales plásticos. [En línea]. Recuperado de: <http://termoplasticoabs.blogspot.com/2012/10/-acrilonitrilo-butadieno-esireno.html> [Fecha de consulta: 19 de marzo de 2018]
15. Herrera , L. (2018). Evaluación de la mezcla de Etileno vinil acetato (EVA) con caucho natural o sintético, para la incorporación en la formulación de suelas y cintas de calzado de la compañía Croydon Colombia. Tesis de Ingeniería Química. Universidad de América, Colombia. [En línea]. Disponible en: <http://repository.uamerica-colombia.edu.co/bitstream-/20.500.11839/6941/1/6131026-2018-2-IQ.pdf> [Fecha de consulta: 25 de Junio de 2019]
16. Hermida, E. (2011) Polímeros. [En línea]. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Disponible en: http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09_Polimeros.pdf [Fecha de consulta: 13 de febrero de 2018].

17. Impurezas extractables y lixiviables. Toxicología. [En línea]. Disponible en : <https://azierta.eu/2017/05/09/impurezas-extractables-lixiviables/> [Fecha de consulta: 3 de Julio de 2019]
18. Juárez, D., Ferrándiz, S., Balart, R. (2015). Análisis del estado del arte de elastómeros termoplásticos y mejora del confort térmico para el sector de ortopedia del pie y puericultura ligera. [En línea]. Valencia, Alicante, España: Universidad politécnica de Valencia, Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Disponible en: <https://www.3ciencias.com/libros/libro/analisis-del-estado-del-arte-de-elastomeros-termoplasticos-y-mejora-del-confort-termico-para-el-sector-de-ortopedia-del-pie-y-puericultura-ligera/> [Fecha de consulta: 05 de Febrero de 2018].
19. Juguete. (2016). En ConceptoDefinicion.de. [En línea]. Recuperado de: <http://conceptoDefinicion.de/juguete/> [Fecha de consulta: 31 de Enero de 2018].
20. Kudlak , B., Namiesnik , J., Szczepanska , N. (2016, septiembre) Assessment of toxic and endocrine potential of substances migrating from selected toys and baby products. [En línea]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-016-7616-y#MOESM1> [Fecha de consulta: 15 de Mayo de 2019].
21. La dentición en los niños. (Agosto 2014). En kidshealth.org [En línea]. Recuperado de: <https://kidshealth.org/es/parents/teething-esp.html#> [Fecha de consulta: 31 de Enero de 2018].

22. López, F., Mendizábal, E., Ortega, P. (2015). Introducción a la ciencia de los polímeros [En línea]. Guadalajara: Universidad de Guadalajara. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/FranciscoLopezSerrano/publication/286457627_Introduccion_a_la_ciencia_de_los_polimeros/links/566b091d08ae1a797e39793f/Introduccion-a-la-ciencia-de-los-polimeros.pdf [Fecha de consulta: 16 de enero de 2018]
23. Ministerio de Cultura. (s.f). El centro histórico de San Salvador: Herencia del pasado y construcción del presente. [En línea]. Disponible en: <http://www.cultura.gob.sv/-el-centro-historico-de-san-salvador-herencia-del-pasado-y-construccion-del-presente-como-protegerlo/>. [Fecha de Consulta: 06 de Febrero de 2018]
24. Miranda , J . (2015). Reacciones y sus mecanismos en la degradación de polímeros. Instituto Politécnico Nacional, México D.F [En línea]. Disponible en:<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18230/2516842.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Fecha de consulta:5 de Mayo de 2019]
25. Mondragón, P. (2017). Espectroscopia de Infrarrojo para todos. [En línea]. Jalisco: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Disponible en: http://ciatej.mx/libros_ciatej/LIBRO-2017-PM-.pdf [Fecha de consulta: 15 de Enero de 2018]
26. Muñoz , J . Evolución Estructural del Poli (etileno-co-vinilacetato) bajo el Efecto de la Presencia de Nanopartículas de TiO₂ y la Temperatura. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado de : https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/25304/PFC_Jorge_Munoz_Pascual_sanz.pdf

27. Ortega, J. (2018). Estudio del efecto de agentes intumescentes a base de aminoácidos (ADN) y proteínas (fibra de queratina) en las propiedades de retardancia a la flama y mecánicas en nanocompuestos LDPE/EVA/MG(OH)₂. Tesis de Maestría en Polímeros. Centro de Investigación en Química Aplicada, Coahuila. [En línea]. Disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/578/1/Tesis%20MTP%20Jorge%20Albite%20Ortega%2030%20agos%202018.pdf> [Fecha de consulta: 8 de Mayo de 2019].
28. Osorio, J. (2012) Introducción a los materiales plásticos. Elastómeros. [En línea]. Recuperado de: <http://jennyosorio2315.blogspot.com/-2012/10/introduccion-los-de-de-varios-aditivos.html> [Fecha de consulta: 18 marzo de 2018]
29. Polímeros. [En línea]. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos32/plasticos/plasticos.shtml#propied> [Fecha de consulta: 23 de febrero de 2018]
30. Puericultura. (2014). En Conceptodefinicion.de. [En línea]. Recuperado de: <http://conceptodefinicion.de/puericultura/> [Fecha de consulta: 31 de Enero de 2018].
31. Santander, J. (2015). Estudio de reactores catalíticos estructurados para la deshidrogenación oxidativa de alcanos. Tesis de doctor en ingeniería química. Universidad Nacional del Sur, Argentina. [En línea]. Disponible en: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/2367/1/Tesis%20Doctoral%20Santander.pdf> [Fecha de consulta: 7 de Julio de 2019]

32. Sea Studios Foundation. Guía inteligente sobre plásticos. [En línea]. Recuperado de: [https://www-tc.pbs.org/strangedays/pdf/Strange DaysSmartPlasticsGuideSpanish.pdf](https://www-tc.pbs.org/strangedays/pdf/Strange_DaysSmartPlasticsGuideSpanish.pdf) [Fecha de consulta: 9 de marzo 2018]
33. Sector Asegurador. [En línea] Disponible en: https://www.sectorasegurador.es/seguridad-juguetes-todo-tienessaber/#_tienesaber/#Lanormativa-de-seguridad-de-los-juguetes-en-la-Union-Europea [Fecha de Consulta: 03 de Febrero de 2018].
34. Todo en polímeros. Cargas y aditivos. [En línea]. Disponible en: <http://www.todoenpolimeros.com/cargas-y-aditivos.html> [Fecha de consulta: 3 de Febrero de 2018].
35. U.S. Consumer Product Safety Commission Bethesda. (2011). Plasticizer migration from toys and child care articles. Maryland, USA. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Michael_Babich2/publication/292146480_PLASTICIZER_MIGRATION_FROM_TOYS_AND_CHILD_CARE_ARTICLES/links/56aa660e08ae8f3023865663435/PLASTICIZER-MIGRATION-FROM-TOYS-AND-CHILDCARE-ARTICLES.pdf [fecha de consulta: 06 de Febrero de 2018].
36. Universidad Nacional de Nordeste, Facultad de Medicina. (2016). Principios de Endocrinología. [En línea]. Disponible en : <http://www.med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/CarreraMedicina/BIOQUIMICA/PRINCIPIOS%20DE%20ENDOCRINOLOG%C3%8DA.pdf> [Fecha de consulta: 6 de Mayo de 2019]
37. Universidad Tecnológica de El Salvador, Facultad de Informática y Ciencias Aplicadas. (2008). Evolución Arquitectónica del Centro Histórico de la

Ciudad de San Salvador. San Salvador, El Salvador. [En línea]. Disponible en: http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/investigaciones_utec/47344.pdf [Fecha de Consulta: 07 de Febrero de 2018]

38. Yan , R . (2018) Analytical Methods for Polymer Characterization, Florida, Estados Unidos: Taylor & Francis Group. [Fecha de consulta: 20 de Agosto de 2019].
39. Walpole, R., Myers, R., Myers S, (1999). Probabilidad y Estadística para Ingenieros. [En línea]. México. Prentice Hall Hispanoamericana. Disponible en: <https://estadisticaunicaes.files.wordpress.com/2012/05/probabilidad-y-estadistica-para-ingenieros-6ta-edicion-ronald-e-walpole-raymond-hmyers.pdf> [Fecha de consulta: 06 de Febrero de 2018].
40. Zota, A., Gore, A., Patisaul, H., (2014). Introduction to Endocrine Disrupting Chemicals (EDCs): A Guide for Public Interest Organizations and Policy Makers [En línea]. Sociedad de Endocrinología, Estados Unidos. Disponible en: <https://www.endocrine.org/-/media/-endosociety-/files/advocacy-andou-trmportantspanishdocuments=/introduction-to-endocrinedisrupting-chemicals--spanish.pdf?-la=en> [Fecha de consulta: 20 de Enero de 2018].

GLOSARIO

- **Acetato de vinilo:** Es un líquido transparente e incoloro. Se utiliza para producir otras sustancias químicas industriales (como los polímeros de acetato de polivinilo y los copolímeros de etileno y acetato de vinilo). ⁽¹⁾
- **Copolímero:** Este tipo de polímeros tiene cadenas poliméricas que están conformadas por dos o más tipos de monómeros. ⁽²⁴⁾
- **Elastómeros:** Son sustancias poliméricas que poseen la particularidad que se pueden deformar en gran medida sin que lleguen a la zona de deformación plástica. Cuando son estirados, las moléculas son llevadas a una alineación y con frecuencia toman el aspecto de una distribución cristalina, pero cuando se les deja de tensionar retornan espontáneamente a su desorden natural, un estado en que las moléculas están enredadas. ⁽¹⁶⁾
- **Espectro:** Un espectro de infrarrojo podemos definirlo como una representación bidimensional de las características de absorción de una molécula. Normalmente la gráfica del espectro representa una intensidad (absorbancia) frente a la posición (longitud de onda o número de ondas). ⁽²⁶⁾
- **Etileno:** Es una olefina muy importante en la industria petroquímica. Es un gas incoloro, inodoro y es el más simple de los alquenos, es empleado como materia prima principal para producir polímeros, plásticos, fibras, resinas y solventes. ⁽³¹⁾
- **Genotoxicidad:** Capacidad para causar daño al material genético por agentes físicos, químicos o biológicos; el daño en el material genético

incluye no sólo al ADN, sino también a todos aquellos componentes celulares que se encuentran relacionados con la funcionalidad y comportamiento de los cromosomas dentro de la célula. ⁽⁵⁾

- **Lixiviables:** Sustancia química extraída de un material durante un proceso de extracción. ⁽¹⁷⁾

- **Polietileno de baja densidad (PEBD O LDPE):** Es un polímero de adición conformado por unidades repetidas de etileno. Debido a la presencia de macromoléculas muy ramificadas en su estructura, provoca que haya una mayor distancia entre las macromoléculas, haciendo que el plástico tenga menos densidad y resistencia; precisamente de ahí proviene el nombre low-density-poly-Ethylene o polietileno flexible. Se trata de un plástico con escasa dureza, pero tiene una elevada resistencia al impacto y a la elongación. ⁽¹²⁾

- **Polimerización:** Los polímeros se obtienen mediante la reacción química conocida como polimerización, existen diferentes tipos de reacciones de polimerización; no obstante, todas tienen en común la unión de monómeros (moléculas pequeñas), los cuales posteriormente se convierten en un polímero (macromoléculas). ⁽²⁴⁾

- **Polímero:** La palabra polímero proviene del griego *poly* (muchas) y *meros* (partes) y son macromoléculas que están conformadas por moléculas más pequeñas, unidas mediante enlaces covalentes en su mayoría conocidos como monómeros, los cuales generalmente son compuestos químicos derivados del petróleo crudo. ⁽²⁴⁾

- **Sistema Endocrino:** Comprende el conjunto de órganos y tejidos que forman las hormonas, que desempeña funciones de integración, regulación y coordinación en el organismo humano, conjuntamente con el sistema nervioso central y el sistema inmunitario. ⁽³⁶⁾

- **Termoplástico:** Tipo de polímero que generalmente se encuentran constituidos por polímeros cuya estructura son cadenas lineales o ramificadas y se mantienen unidas mediante fuerzas intermoleculares. Deriva de la palabra *thermos* (calor) y *plastos* (moldeables, dúctil), ya que los termoplásticos ven reducidas sus fuerzas intermoleculares por el efecto del calor, con lo cual se vuelven materiales moldeables. ⁽²⁴⁾

ANEXOS

ANEXO Nº 1
TIPOS DE PLASTICOS

Cuadro N° 1. Tipos de plásticos, usos, posibilidad de reciclaje y posibles riesgos a la salud.

| SE UTILIZA PARA | POSIBILIDAD DE SER RECICLADO | SALUD | NOTAS |
|---|---|---|---|
| PLÁSTICO #1 POLIETILEN TEREFALATO (PET) | | | |
|  <ul style="list-style-type: none"> • botellas de agua, refrescos y otras bebidas • recipientes de detergente y otros productos para la limpieza • botes de crema de cacahuete y otros alimentos | <p>El PET se puede reciclar para hacer: poliéster para telas y alfombras, relleno para parachoques de coches y fibra para rellenar bolsas de dormir y chaquetas.</p> | <p>No se conocen problemas de salud asociados con este plástico.</p> | <p>El PET es uno de los plásticos más fáciles de reciclar.</p> |
| PLÁSTICO #2 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD) | | | |
|  <ul style="list-style-type: none"> • garrafones para agua y leche • recipientes para detergente para ropa, champú y aceite para motor • botellas de champú • algunas bolsas de plástico | <p>Los recipientes de PEAD claros se reciclan fácilmente para crear nuevos recipientes. El PEAD de color se convierte en "madera" de plástico, bordes para césped y jardines, tubos, soga y juguetes.</p> | <p>No se conocen problemas de salud asociados con este plástico.</p> | <p>El PEAD se recicla fácilmente.</p> |
| PLÁSTICO #3 POLICLORURO DE VINILO (PVC o V) | | | |
|  <ul style="list-style-type: none"> • empaques transparentes para alimentos, película de plástico pegajoso • algunos botes de plástico que se pueden apachurrar, botes de aceite para cocinar y de crema de cacahuete • tubos de vinilo • cortinas para la ducha • pisos, revestimientos exteriores para casas y marcos para puertas y ventanas | <p>El PVC es uno de los plásticos menos reciclables debido a sus aditivos. Al desecharlo se crean sustancias potencialmente dañinas.</p> | <p>Se producen muchas sustancias químicas al fabricar, desechar o destruir el PVC como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plomo • DOA (Di-2-EtilHexil Adipato) • Dioxina • Etileno diclorado • Cloruro de vinilo <p>Los efectos de la exposición a estos químicos pueden incluir: bajo peso al nacer, problemas de aprendizaje y de comportamiento, función inmunológica suprimida y trastorno hormonal, cáncer y defectos congénitos, cambios genéticos.</p> | <p>A pesar de que no se conocen problemas de salud asociados con el uso de este plástico, durante su fabricación se producen contaminantes orgánicos.</p> |
| PLÁSTICO #4 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD) | | | |
|  <ul style="list-style-type: none"> • Bolsas de plástico de alimentos congelados y de supermercados • La mayoría de las envolturas de plástico • Algunas botellas | <p>El PEBD no suele reciclarse</p> | <p>No se conocen problemas de salud asociados con este plástico.</p> | <p>A pesar de que no se conocen problemas de salud asociados con el uso de este plástico, durante su fabricación se producen contaminantes orgánicos.</p> |

Cuadro N° 1.CONTINUACION

| PLÁSTICO #5 POLIPROPILENO (PP) | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  <p>5 PP</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Recipientes para sopas, jarabes, yogurt y margarina • Pañales desechables • Alfombras para exteriores • Cubiertas para casas <p>• Recipientes de plástico opacos como biberones y popotes</p> | <p>El PP no se recicla con facilidad. Los diferentes tipos y grados hacen que sea difícil lograr una calidad consistente al reciclarlo.</p> | <p>No se conocen problemas de salud asociados con este plástico.</p> | |
| PLÁSTICO #6 POLIESTIRENO (PS) | | | | |
|  <p>6 PS</p> | <p>Poliestireno Rígido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cajas para CD • Cubiertos desechables <p>Poliestireno moldeado (unicel)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recipientes para comida • Empaques • Material aislante • Cartones de huevo • Material aislante para edificios | <p>Es posible reciclar PS pero generalmente no es una posibilidad económicamente viable.</p> | <p>El estireno puede filtrarse del poliestireno. A largo plazo puede actuar como neurotoxina. En algunos estudios realizados en animales se informa de efectos dañinos del estireno en los glóbulos rojos, el hígado, riñones y estómago.¹</p> <p><small>1 US Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos) (1992) "Styrene". Air Toxics Update. Información tomada el 10/10/09 de http://www.epa.gov/airtoxic/updates/styrene.cfm</small></p> <p>El estireno puede ser absorbido por los alimentos y una vez ingerido puede ser almacenado en la grasa corporal. Se cree que la exposición reiterada puede llevar a la bioacumulación.²</p> <p><small>2 WHO Collaborative Program on Controlable Risk: Programa Internacional sobre Seguridad Química de la OMS ("Styrene" Environmental Health Criteria 20 (Criteria 20 de Salud Medioambiental). Información tomada el 10/10/09 http://www.who.int/csr/whosites/20/20_01_01.pdf</small></p> | <p>Cuando sea posible, trate de reutilizar las bolitas de unicel para empacar, y los cubiertos de poliestireno.</p> |
| PLÁSTICO #7 MEZCLAS (OTROS) | | | | |
|  <p>7 OTHER</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Tapas • Recipientes médicos para almacenar • Electrónicos • La mayoría de los biberones de plástico • Botellas de agua de 5 galones • Forro de las latas para alimentos • Tazas "entrenadoras" de plástico transparente • Algunos cubiertos de plástico transparente | <p>Los plásticos de mezclas de resinas como los #7 son difíciles, o imposibles, de reciclar</p> | <p>Los efectos en la salud varían dependiendo de la resina y los plastificadores utilizados para este plástico que con frecuencia incluye policarbonatos. Los plásticos con policarbonato filtran bisfenol A (BPA, por sus siglas en inglés) un conocido disruptor endocrino. Se ha encontrado que el bisfenol A al imitar la acción del estrógeno: afecta el desarrollo de animales jóvenes, juega un rol en ciertos tipos de cáncer, crea daño genético y cambios de comportamiento en algunas variedades de especies. El bisfenol A está muy extendido, en un estudio se encontró BPA en el 95% de los adultos estadounidenses.³</p> <p><small>3 Gendron, A.M., Karamy, Z., Kelly, J.A., Casali, S.P., Hong, J. & Needham, L.L. (2012) "Urinary Concentrations of Bisphenol A and 4-Nonylphenol in a Human Reference Population" Environmental Health Perspectives 119: 391-395. Información tomada el 10/10/09 de http://www.ehpnet1.org/docs/2012/119-391-395/</small></p> | <p>El número de estudios que documentan los efectos perjudiciales a la salud del BPA está aumentando.</p> |

ANEXO Nº 2

PRESENTACION DE JUGUETES MORDEDORES INFANTILES EN DIFERENTES FIGURAS



Figura Nº 17. Presentación de juguetes mordedores infantiles en diferentes figuras

ANEXO N° 3

ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO SHIMADZU IRAAinfinity-1

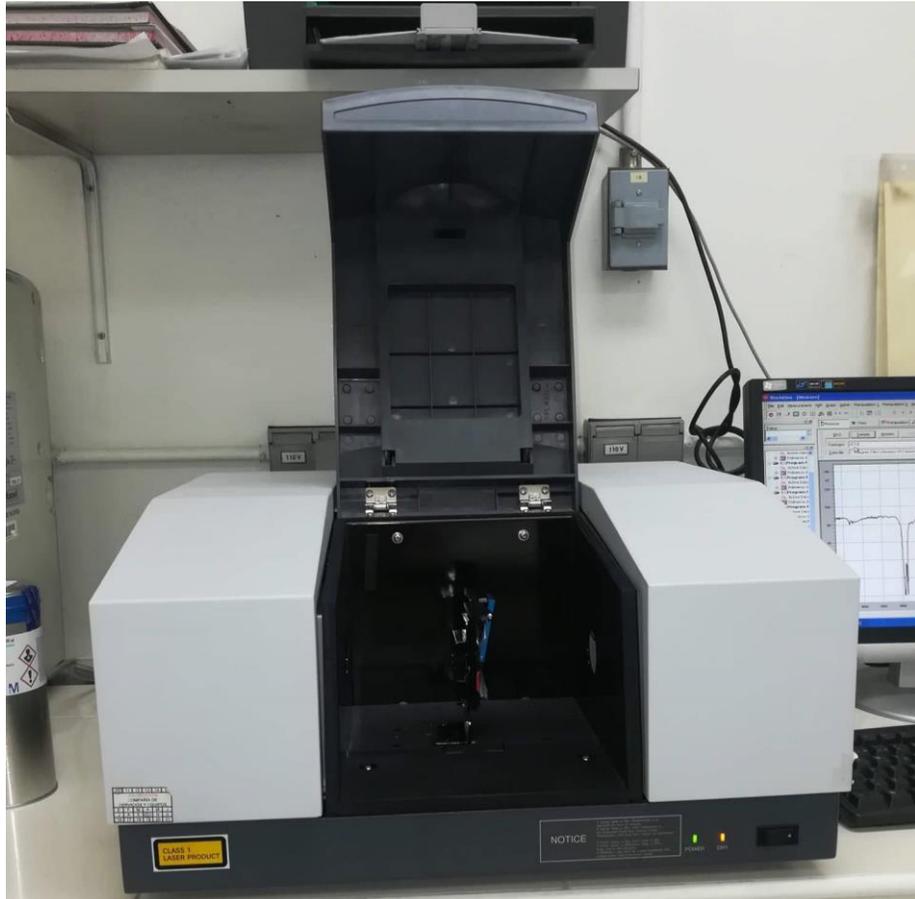


Figura N° 18. Espectrofotómetro Infrarrojo Shimadzu IRAAinfinity-1

ANEXO N° 4

ESPECIFICACIONES DEL ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO

Cuadro N° 2 Especificaciones del Espectrofotómetro Infrarrojo Shimadzu IRaffinity-1

| | |
|----------------------------------|---|
| 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) |
| Fuente | Fuente de Globar (Cerámica) con enfriamiento de aire para la región intermedia/lejana del IR con 3 años de garantía (Standard) |
| Detector | Detector DLATGS con control de Temperatura para la región intermedia/lejana del IR (Standard) |
| Rango de números de onda | 7,800 - 350 cm ⁻¹ |
| 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 |

Cuadro N° 2.CONTINUACION

| | |
|-----------------------------------|--|
| 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 numero 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 multilinear (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 Auditoria | Función de contenedor con almacenaje de interferograma / espectro de fondo (background), Historial de operación, Protección con clave de ingreso, Grabado Log, Conformidad con FDA CFRPart 11, firma electrónica. |
| Detección de accesorios | 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 dereflectancia; SRM-8000A, RAS-8000A, etc. |
| Dimensiones | 600 (W) x 680 (L) x 290 (H) mm |
| Peso | 54 Kg |

ANEXO N° 5

**GUIA DE OBSERVACION DE ALMACENES QUE DISTRIBUYEN JUGUETES
DE TIPO MORDEDOR DE ORIGEN CHINO UBICADOS ENTRE LA CALLE
ARCE Y LA SEPTIMA AVENIDA SUR**

Tabla N° 6. Guía de observación de puntos de muestreo

| GUIA DE OBSERVACION DE PUNTOS DE MUESTREO | |
|--|--|
| Nombre de la tienda | |
| Sección de la tienda | |
| Precio Máximo | |
| Precio Mínimo | |
| Marca/s | |
| País de fabricación | |
| Tipos de mordedor(figuras) | |
| Contenido del interior | |
| Condición de las muestras | |
| Fecha de visita | |

ANEXO N° 6

PUNTOS DE MUESTREO

Tiendas en el área del Centro Histórico de San Salvador sobre la Calle Arce y Séptima Avenida Norte.

- Cora Store
- Fashion 21
- Almacén Fantasy
- Bazar Oriental

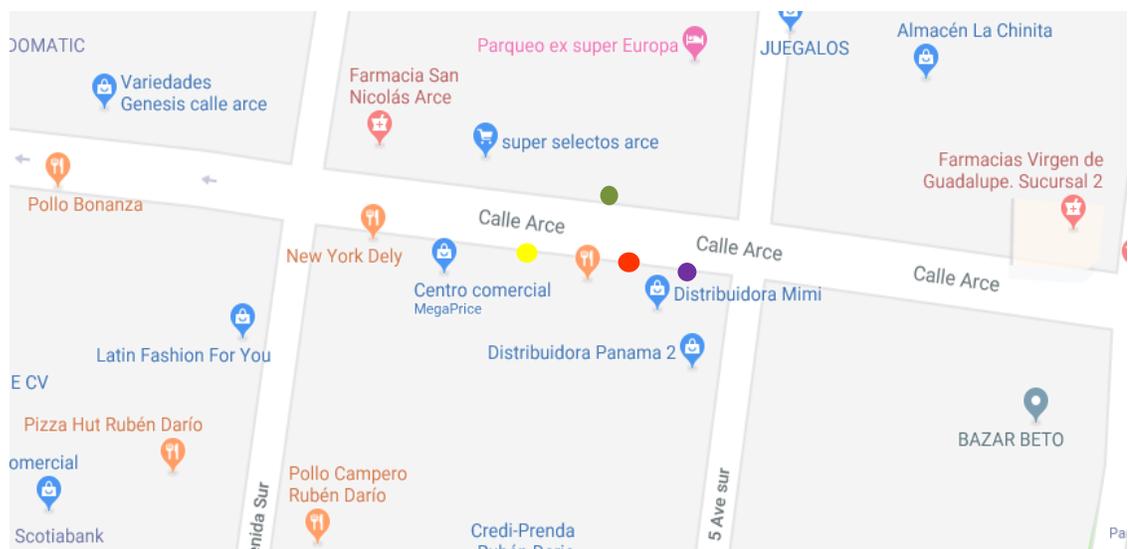


Figura N° 19 Croquis de Puntos de Muestreo en el área del Centro Histórico de San Salvador

- Fashion 21 Man
- Almacén Fantasy
- Cora Store
- Bazar Oriental

ANEXO N° 7

ETIQUETA DE IDENTIFICACION DE MUESTRA RECOLECTADA

Tabla N° 7. Etiqueta de identificación de muestra

| ETIQUETA DE IDENTIFICACION DE MUESTRA | |
|---------------------------------------|------------------|
| FECHA: | ALMACENAMIENTO: |
| TIENDA: | |
| CODIGO: | COLOR: |
| MARCA: | FORMA O FIGURA: |
| PAIS: | CONTENIDO: |
| PRECIO: | RECOLECTADO POR: |

ANEXO N° 8

PROCEDIMIENTO DEL TRATAMIENTO DE LA MUESTRA



Realizar un corte al mordedor con una tijera y descartar el agua contenida en su interior



Cortar un trozo del juguete mordedor



Colocar una plancha eléctrica caliente sobre la placa de metal superior por un minuto



Colocar entre dos placas de metal limpias



Levantar la muestra con ayuda de pinzas y estirar de forma que la muestra adelgace. Identificar el trozo de muestra con el código correspondiente

Figura N° 20. Tratamiento de la muestra

ANEXO N° 9
MANEJO DEL EQUIPO



Figura N° 21. Celda y soporte de la muestra

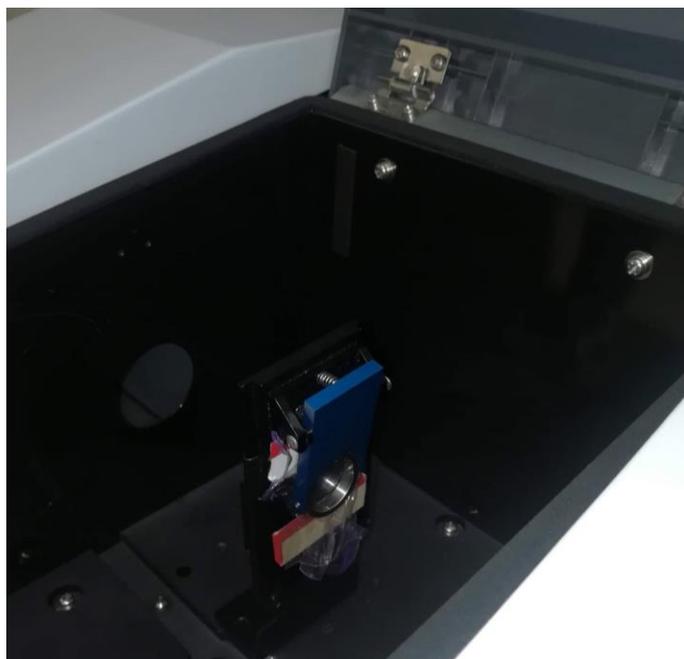


Figura N° 22. Colocación de la celda en equipo

ANEXO N° 9 CONTINUACION

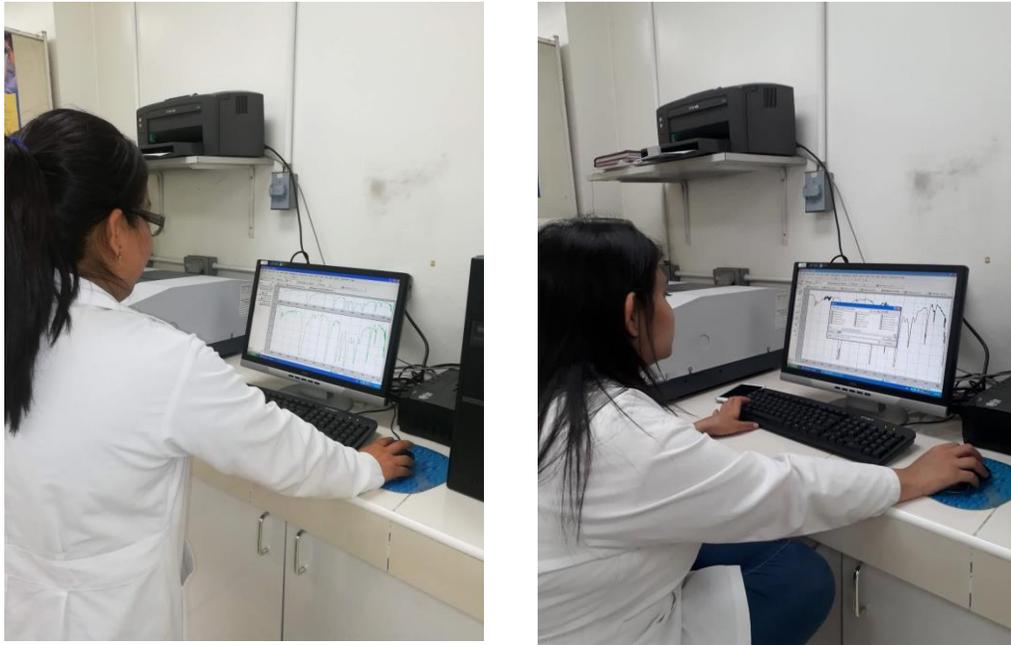


Figura N° 23. Analista utilizando el Espectrofotómetro Infrarrojo Shimadzu IRAffinity-1

ANEXO Nº 10

JUGUETES MORDEDORES INFANTILES Y ESPECTROS
INFRARROJOS DE LAS MUESTRAS



Figura N° 24. Mordedor Infantil AF03 marca Genial

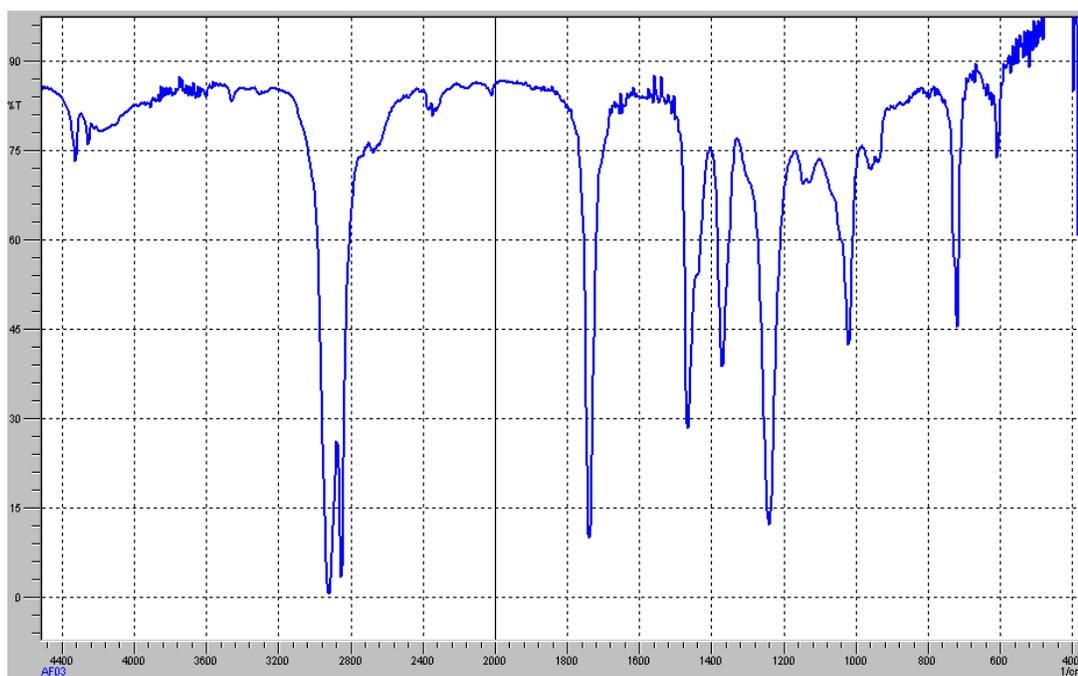


Figura N° 25. Espectro Infrarrojo de la Muestra AFO3

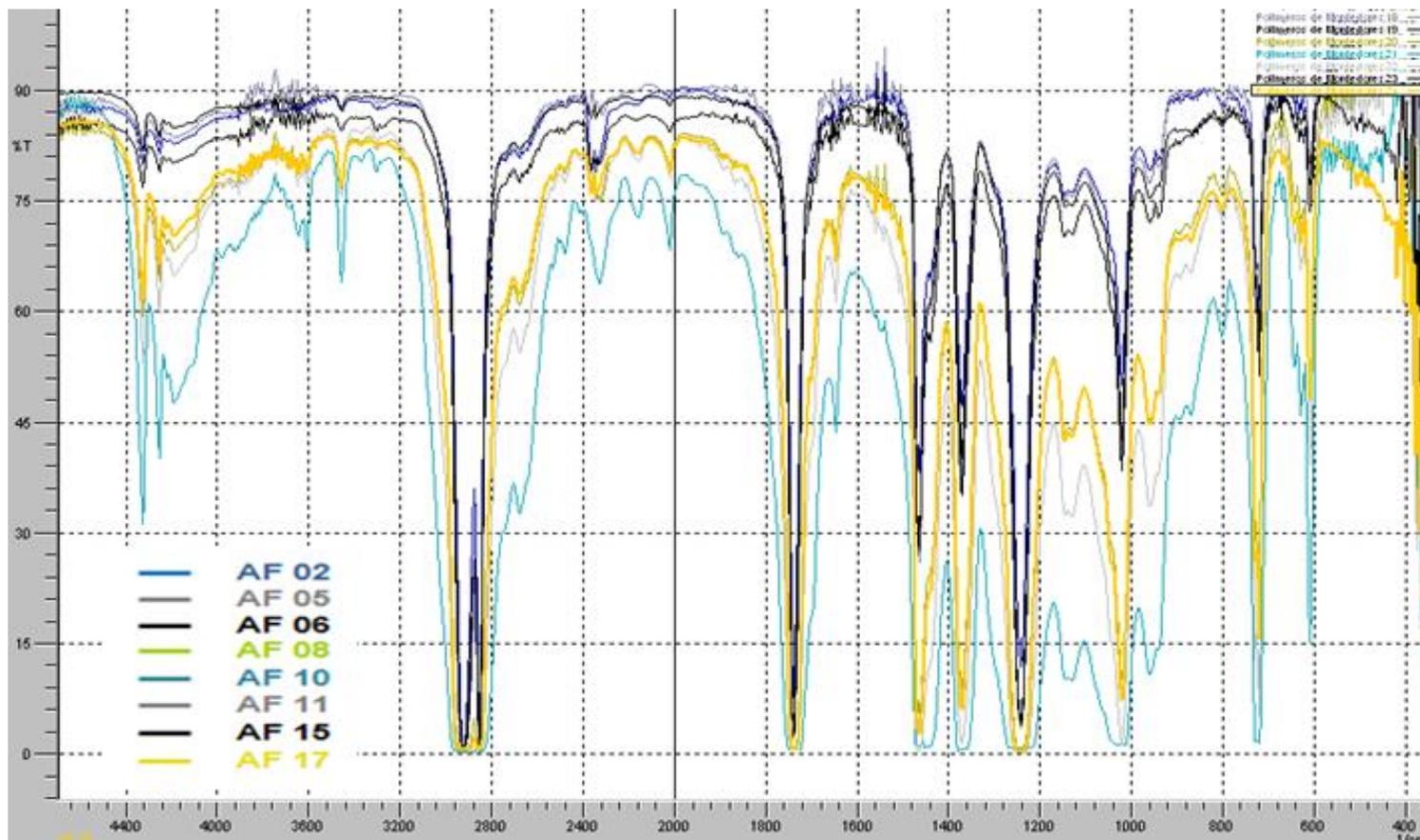


FIGURA N° 26. Espectros infrarrojos acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes del Almacén Fantasy



Figura N° 27. Mordedor Infantil BO 09 marca Skippy

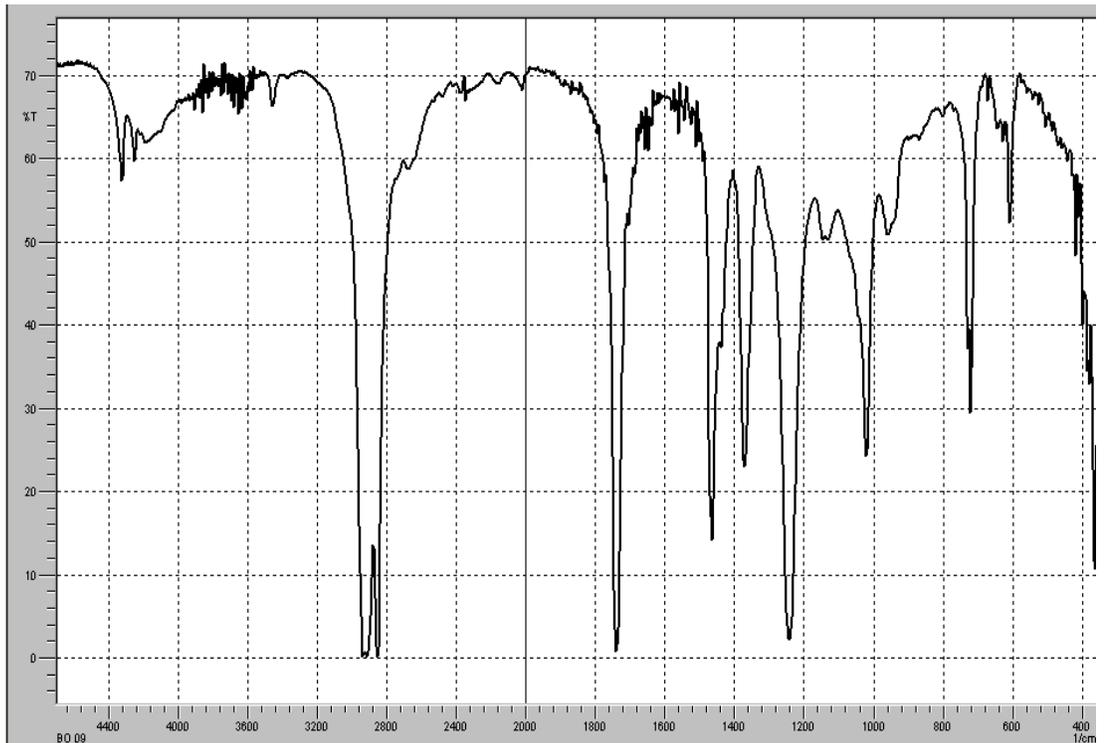


Figura N° 28. Espectro Infrarrojo de la Muestra BO 09

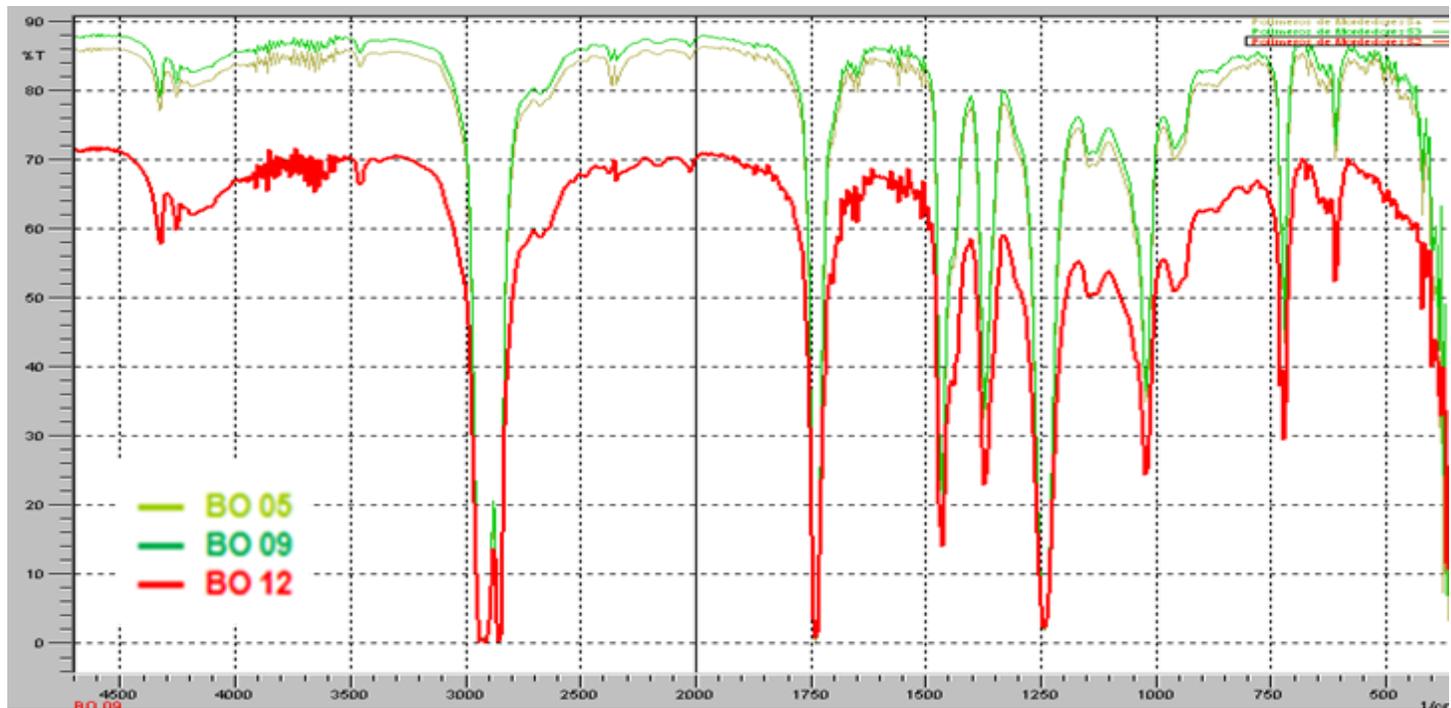


Figura N° 29. Espectros infrarrojos acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes de la tienda Bazar Oriental



Figura N° 30. Mordedor Infantil CS 14 marca Healthy

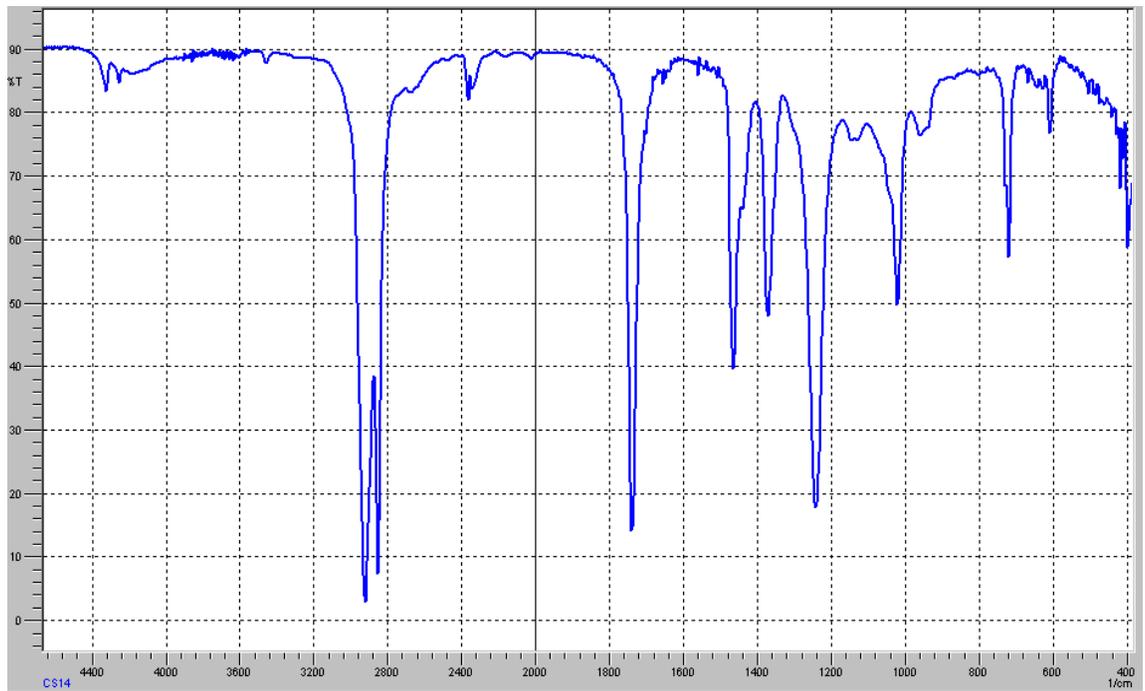


Figura N° 31. Espectro Infrarrojo de la Muestra CS 14

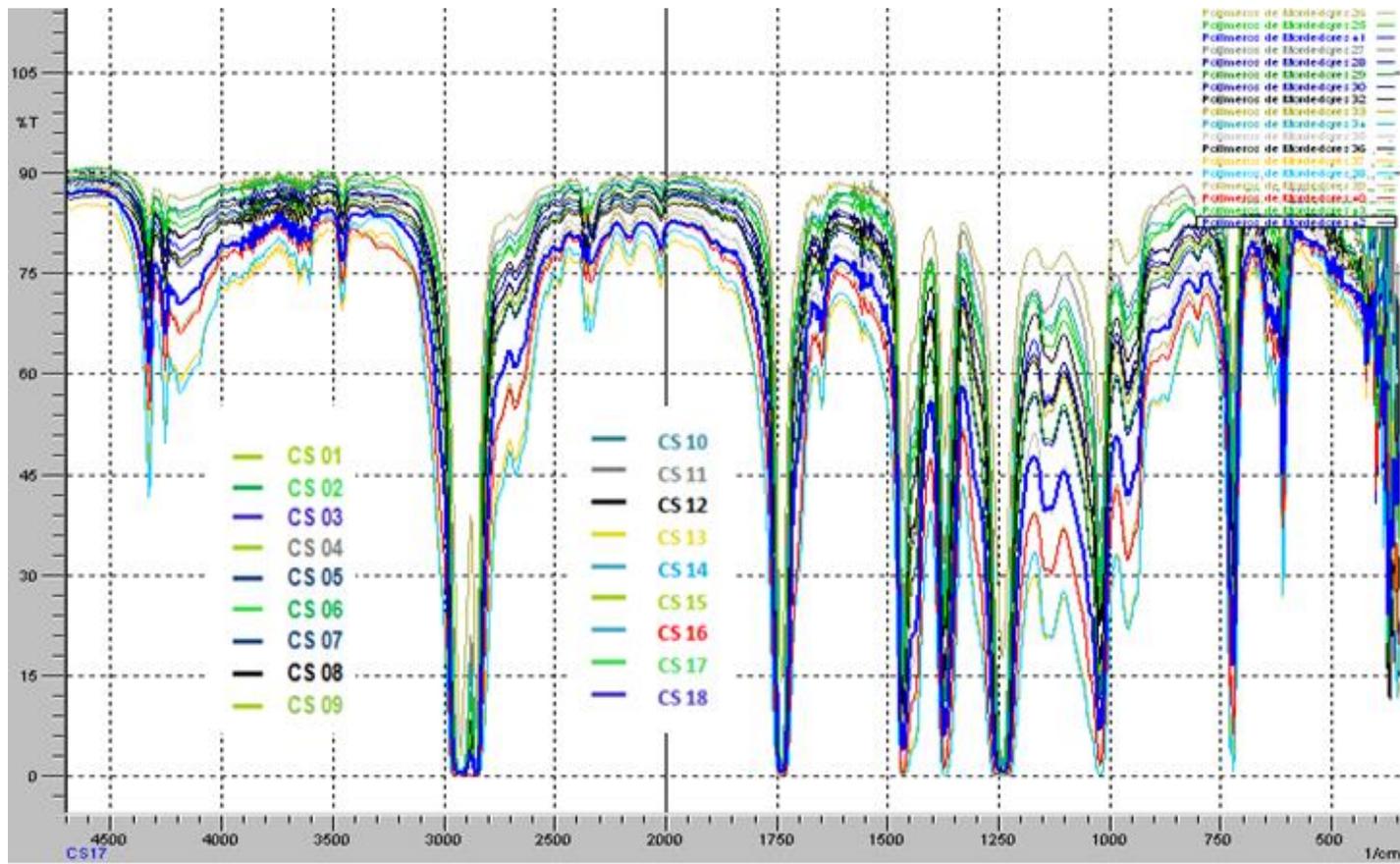


FIGURA N° 32. Espectros infrarrojos acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes de la tienda Cora Store



Figura N° 33. Mordedor Infantil FM 15 marca Xibei

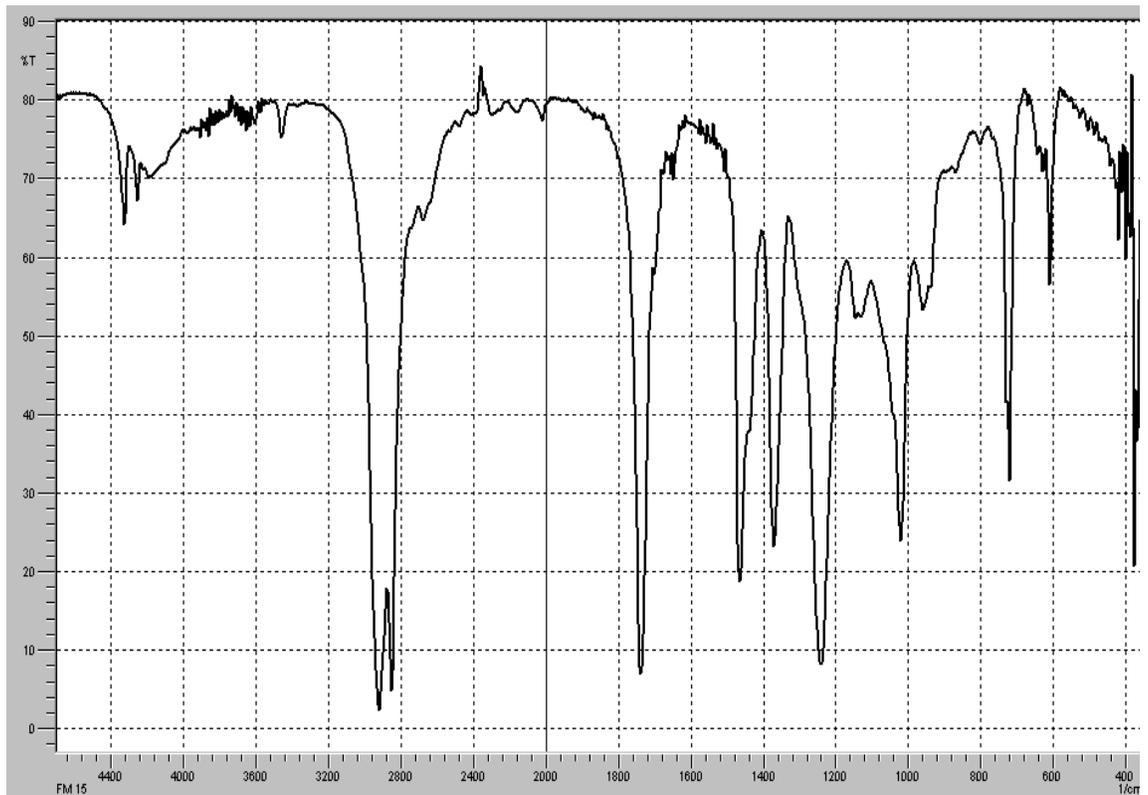


Figura N° 34. Espectro Infrarrojo de la Muestra FM 15

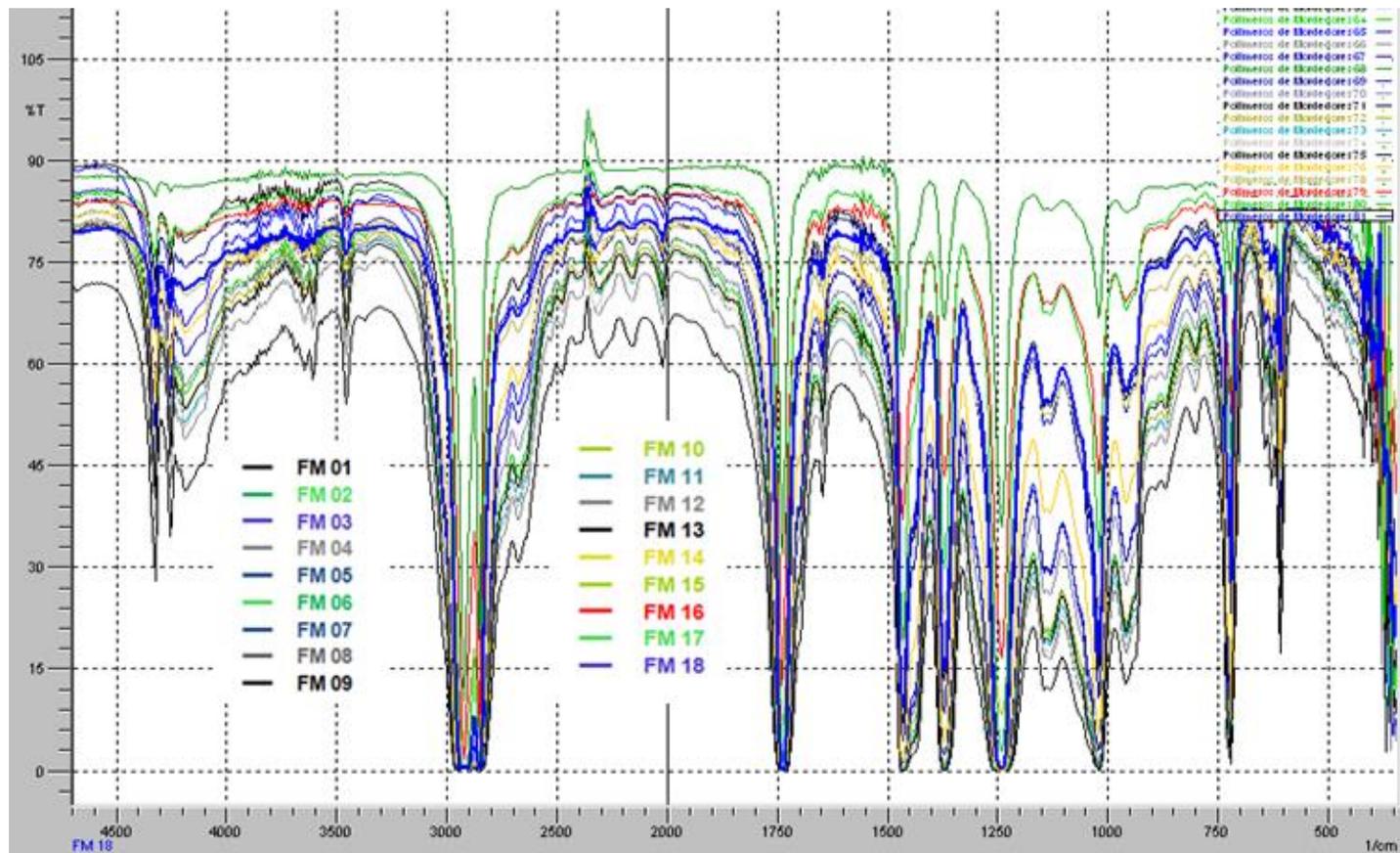


Figura N° 35. Espectros infrarrojo acoplados de los juguetes mordedores infantiles provenientes de la tienda Fashion 21 Man



Figura N° 36. Mordedor Infantil BM 01 marca Gerber®

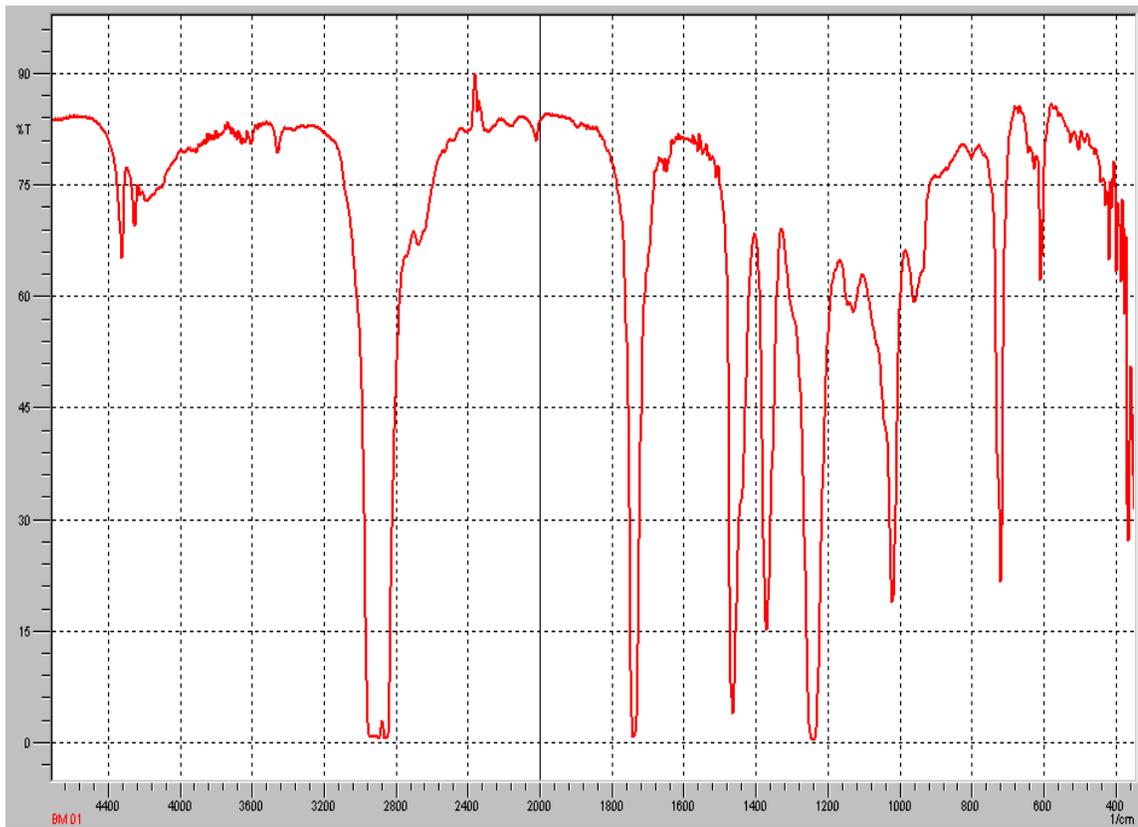


Figura N° 37. Espectro Infrarrojo de la Muestra BM 01



Figura N° 38. Mordedor Infantil JG 01 marca Børn®

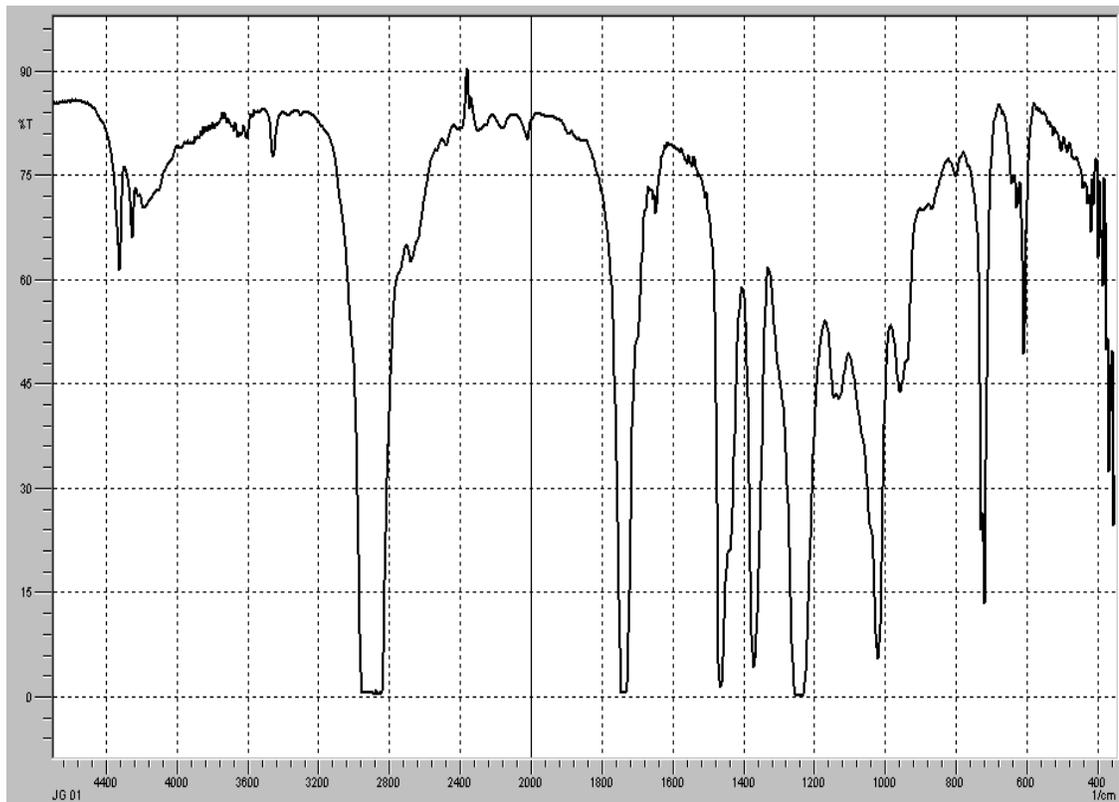


Figura N° 39. Espectro Infrarrojo de la Muestra JG 01



Figura N° 40. Mordedor Infantil SM 01 marca Evenflo®

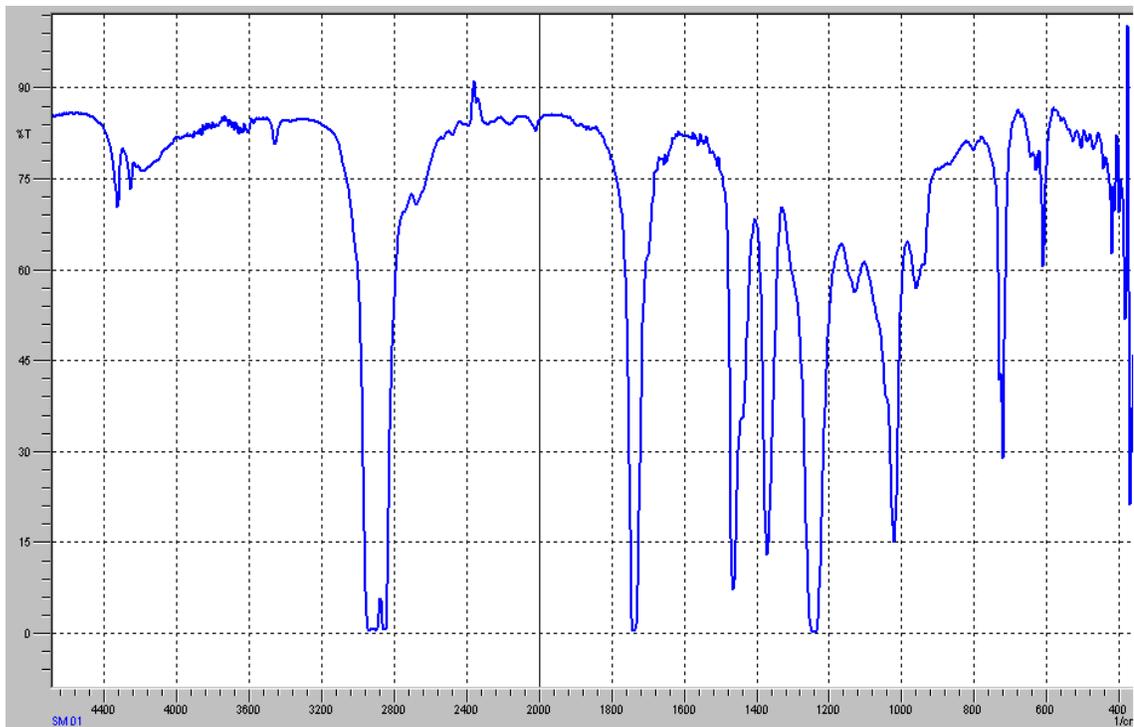


Figura N° 41. Espectro Infrarrojo de la Muestra SM 01