

RESUMEN ANALITICO ESPECIALIZADO – RAE

1. Información General	
Tema	Química Analítica
Título	Recuperación de Tereftalato de Polietileno a partir de botellas de envase plástico, como agente modificador de cadena en resinas alquídicas base solvente
Autor(es)	Jonathan Quiroga Hernández
Director	Marcela Andrea Zambrano
Fuente Bibliográfica	<p><i>ASTM D1957-86: Standard Test Method for Hydroxyl Value of Fatty Oils and Acids.</i> West Conshohocken, PA, United States (2001).</p> <p><i>ASTM D5558-95: Standard Test Method for Determination of the Saponification Value of Fats and Oils.</i> West Conshohocken, PA, United States (2011).(2018). <i>Fierros.</i></p> <p>Alonso, J. (2013). <i>Pinturas, barnices y afines: Composición, formulación y caracterización.</i> Madrid, España.</p> <p>Anderson, M. W. (2002). <i>Mixture DOE uncovers formulations quicker.</i></p> <p>Arandes, J. B. (2004). Reciclado de residuos Plásticos. <i>Revista Iberoamericana de Polimeros Volumen 5 (1).</i></p> <p>Baez, J. (2010). <i>Obtención de una resina alquídica a partir de aceite de palma crudo a escala laboratorio.</i> Bogota: Grupo de investigación; Universidad de America.</p> <p>Balart, j. (2018). Modelos de viscoelasticidad en green composites de PLA y refuerzo de cáscara de avellana con plastificante natural de aceite de linaza.</p> <p>Bobadilla, A. (2014). <i>Producción de una resina alquídica híper ramificada a partir de dipentaeritritol y ácido dimetilolpropiónico.</i></p> <p>Burgess JO, G. T. (2010). <i>Self adhesive resin cements.</i></p> <p>Cabado, M. (2016). Sistemas termoestables a partir de fuentes renovables: Avances respecto a las resinas fenólicas.</p> <p>Calvo, J. (2009). <i>Pinturas y recubrimientos. Introducción a su tecnología.</i> Madrid: Ediciones Diaz de Santos, SA.</p> <p>Cano, L. (2012). <i>Producción de resinas alquídicas a partir de los desechos del poliéster.</i> Quito.</p> <p>Cardenas, C. (2007). <i>Copolimerización del diitaconato de n-hexadecilo con estireno.</i> Cumana.</p> <p>Cardona, A. P. (04 de 2013). <i>www.sostenibilidadsemana.com.</i> Obtenido de</p>

	<p>https://sostenibilidad.semana.com/negocios-verdes/articulo/plastico-pet-un-amigable-pero-no-inofensivo/36282</p> <p>Cárpena, I. (2012). <i>Fabricación de resinas alquídicas ara la elaboración de pinturas</i>. Lia, Peru.</p> <p>Carrasquero, F. L. (2004). <i>Fundamento de los polímeros</i>. Mérida.</p> <p>Casas, P. (2011). <i>Aditivos y fenomenos de superficie</i>. Alicante: BYK.</p> <p>Ceniceros, C. (2011). Reciclado del polietilen Tereftalato (PET), diversas opciones. <i>Revista de Divulgación KUXULKAB</i>, 5-12.</p> <p>Cerro, M. (1996). <i>Departamento de Quimica y Biología</i>. Puebla.</p> <p>Da Rosa, A. (2011). Reciclaje de PET: evaluación de la eficiencia de separación del contaminante PVC. <i>Revista ECIPERU</i>, 1-12.</p> <p>DANE. (2017). Encuesta anual de comercio - EAC .</p> <p>De Medrano, B. (2016). Estudio del proceso de pinturas de serie en SEAT sobre tres nuevos sustratos.</p> <p>En 2017 Colombia importo 14.938 toneladas de pinturas y barnices. (2017). <i>FIERROS</i>.</p> <p>Espinoza, R. (2018). <i>Comportamientos del aceite de soya y del aceite de pescado a distintas condiciones de operación para la producción de Resinas Alquídicas</i>. Callao.</p> <p>Fernandez, P. (2016). Determinantes de la calidad industrial de frutos de distintas variedades de cártamo (<i>Carthamus tinctorius L.</i>).</p> <p>Ferro Nieto, A. (2008). <i>El envase de polietereftalato: Su impacto medio ambiental y los métodos para su reciclaje</i>. Cuba: Universidad Santo Tomas .</p> <p>Fierros. (2017). Colombia Importo 14.938 Toneladas de Pinturas.</p> <p>.</p> <p>Fisher, L. (1998). <i>The Basic of Resin Technology</i> . Oil & Colour Chemists Association.</p> <p>Fumero, A. (2005). <i>Evaluación de los factores que inciden en el secado de un barniz de base alquídica</i>. Carabobo.</p> <p>Gallego, K. L. (2005). Estudio de mezclas de polímeros reciclados para el. <i>Revista Facultad de Ingeniería (37)</i>, 59 - 70.</p> <p>Garcia, A. (2014). <i>Producción de una resina alquídica hiperramificada a partir de dipentaeritritol y ácido dimetilolpropiónico</i>. Medellín.</p> <p>Geographic, N. (Febrero de 2019). <i>Nationalgeographic.com.es</i>. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/actualidad/innovacion-y-reciclaje-2_13839/3#slide-2</p> <p>Gomez, J. (2016). <i>Diagnostico del impacto del plástico- Botellas sobre el medio ambiente: Un estado del arte</i>. Bogotá: Universidad Santo Tomas.</p>
--	---

	<p>Gomez, L. (2017). <i>El reciclaje de PET, PEAD, PEBD, PS y PP en estibas plásticas como modelo de negocio</i>. Bogotá.</p> <p>Grafia, A. (2015). <i>Desarrollo de Películas con Propiedades Predeterminadas por</i>. Bahia Blanca.</p> <p>Guerrero, C. (2003). <i>Morfología y propiedades de politereftalato de etilen-glicol y polietileno de alta densidad</i>. Mexico.</p> <p>Hlaning, N. y. (2008). Manufacture of alkyd resin from castrol oil. En <i>Proceedings or World Academy of Science</i> (págs. 36, 928-934). Engineering and Technology.</p> <p>Horie, T. S. (2010). <i>Photodimerization of Maleic Anhydride in a Microreactor Without Clogging</i>". <i>Organic Process Research & Development</i> 14 .</p> <p>Isaam, A., & Cheun, C. (2009). A study of the effect of Palm Oil on the properties of a new Alkyd Resin. <i>Malaysian Polymer Journal</i>, 4(1), 42-49. Recuperado el Febrero de 2019</p> <p>JB Balart, V. F. (2018). Modelos de viscoelasticidad en green composites de PLA y refuerzo de cáscara de avellana con plastificante natural de aceite de linaza.</p> <p>JB, B. (2018). JB Balart, V Fombuena.</p> <p>Juarez N, M. S. (2011). <i>Estudio de factibilidad para la manufactura de empuñaduras de PET reciclado</i>. e-Gnosis.</p> <p>Karakaya, C. (2007). Synthesis of oil based hyperbranched resins and their modification with melamine-formaldehyde resin. En <i>Progress in organic coatings</i> (págs. 265-273). 2007.</p> <p>Karayannidis. (2015). Alkyd resins derived from glycolized waste poly(ethylene terephthalate). En Karayannidis. Europa.</p> <p>Komber, H. Z. (2002). <i>Etherification as Side reaction in the Hyperbranched Polycondensation of 2,2Bis (hydroxymethyl) propionic Acid. Macromolecules</i>.</p> <p>Lafont, J. (2011). <i>Análisis químico de mezclas de biodisel de aceite de cocina usado y Diesel por espectroscopia infrarroja</i>. Bogotá.</p> <p>Lapuerta, M. R. (2008). Diesel particulate emissions from used cooking oil biodiesel, Bioresource Technology.</p> <p>Marrion, A. (2004). <i>Film formation. The Chemistry and Physics of Coatings</i>. UK: The royal society of chemistry.</p> <p>Martinez, A. (2007). <i>Técnicas de caracterización fisicoquímicas en el reciclado del polietilentereftalato</i>. Saltillo.</p> <p>Materona, L. (2015). <i>Obtención de anhídrido ftálico a través de la reacción de intercambio de anhídrido</i>.</p> <p>Merril. (2006). <i>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</i>. Villavicencio, Meta.</p>
--	---

	<p>Montenegro, J. (2019). <i>Diseño del proceso de obtención de una resina alquídica elaborada a base de aceites vegetales a nivel laboratorio en Sigra S.A.</i> Bogotá.</p> <p>Nascimento, M. (2018). <i>Processos de produção e avaliação do desempenho de tintas á base d'água para decoração e sua questão ambiental.</i></p> <p>Nieto, V. M. (2018). <i>Cadena productiva de pinturas, masillas, pigmentos, tintas y removedores. . bogotá.</i></p> <p>Novedoso proceso químico para degradar el PET. Desarrollo académico de la FES de Cuautitlan. (2018). <i>Universidad Autonoma de Mexico</i>, ED, 4976.</p> <p>Núñez, C. (2008). <i>Notas sobre el hidroxido de sodio.</i></p> <p>Ortiz, M. (2018). Evaluación de un proceso no convencional de reciclaje de PET ámbar para la obtención de placas decorativas. <i>Dialnet</i>, 41-49.</p> <p>PA, F. (2016). Determinantes de la calidad industrial de frutos de distintas variedades de cártamo (<i>Carthamus tinctorius L.</i>).</p> <p>Pablo, M. J. (2019). <i>Diseño del proceso de obtención de una resina alquídica elaborada a base de aceites vegetales a nivel laboratorio en Sigra S.A.</i></p> <p>Padilla, A. (2014). <i>Diseño para el proceso de obtención de resina poliéster insaturada mediante el reciclaje químico de desechos de polietilentereftalato.</i> Quito.</p> <p>Paricaguan, B. (2010). Desarrollo de una pintura amigable al ambiente bajo la metodología. <i>Revista Ingenieria UC</i>, 27-37.</p> <p>Paz, M. (2016). <i>Reciclado de PET a partir de botellas post consumo.</i> Cordoba.</p> <p>Ramirez, G. (2017). Resinas poliéster insaturadas a partir de PET de desecho glicolizado: Síntesis y caracterización. <i>Revista mexicana de ingeniería química</i>, 1003-1010.</p> <p>Real, M. (2009). <i>Preparación y caracterización térmica y mecánica de mezclas PET-reciclado/Poliolefinas.</i> Cataluña.</p> <p>Rennie, C. A. (1989). <i>Salvaging The Future: Waste-Based Production.</i> Washington D.C.: Institute for local Self-Reliance.</p> <p>Rios Bobadilla, A. (2014). <i>Producción de una resina alquídica híper ramificada a partir de dipentaeritritol y ácido dimetilolpropiónico.</i> Bogotá.</p> <p>Rios, L. (2011). <i>Equilibrio de fases para sistemas etanol-agua en presencia de polialcoholes y sales.</i> Bogotá.</p> <p>Ripa, A. (Febrero de 2016). <i>El Pais, Edicion Digital.</i> Obtenido de ¿Qué se puede hacer con el plástico que tiramos? – El País, edición digital. Espacihttps://elpais.com/economia/2016/07/20/actualidad/1469012863_705152.html</p> <p>Rodriguez, C. (2017). Extracción de aceite de Coco (Cocos nucíferas) como estrategias de aprovechamiento de los productos locales de Mitú.</p> <p>Rodriguez, E. (2019). Aprovechamiento de pastas de prensado provenientes de la</p>
--	---

	<p>obtención de aceite de ricino, mediante la extracción de compuestos fenólicos.</p> <p>S. Baulch, C. P. (2014). Marine Pollution Bulletin 80.</p> <p>Valderrama, M. (2018). Estudio dinámico del reciclaje de envases de PET en el valle del cauca. <i>Revista Lasallista de investigación</i>, 67-74.</p> <p>Wallace, J. (1978). Encyclopedia of Chemical Technology, 3rded., John Wiley & Sons. New York: John Wiley and Sons.</p>
Año	2020
Resumen	<p>Las resinas Alquílicas son base fundamental en la fabricación de pinturas y recubrimientos. Con la necesidad que requiere el mercado de innovar en propuestas y procesos que disminuyan los costos de fabricación y a la vez, contribuir con la disminución del impacto ambiental de las industrias manufactureras de pinturas y recubrimientos, se ha venido trabajando en la inclusión de procesos de materias primas que permitan el decrecimiento en el uso de anhídridos tanto ftálicos como maléicos, así como la incorporación de material que se encuentra en una cadena de post-consumo, como producto para recuperación o reciclaje, con el fin de modificar la cadena carbonada de una resina, recuperando Tereftalato de Polietileno (P.E.T), material con el cual se fabrican las botellas plásticas</p> <p>La incorporación de P.E.T., en el proceso de fabricación de una resina corta en soya., permite modificar la cadena, generando un compuesto de alto peso molecular que en condiciones particulares tendrá un mejor secado que una resina corta en soya sin modificar; adicional a esto, presentará en barnices transparentes buena resistencia tanto química como mecánica, sin disminuir el anclaje sobre el sustrato en el cual se aplique, debido a que el P.E.T., modifica la estructura de la cadena de carbono, cambiándola de lineal a ramificada, ejerciendo un cambio en el producto final, ya que por esta estructura, el secado oxidativo de las resinas es de mucho menor tiempo y el brillo es mayor, pues tiene un compuesto adicional en su formulación.</p> <p>Para asegurar que el producto final ha tenido cambios en estas características, es necesario realizar un ensayo simple, donde se formule un barniz transparente con resina modificada con P.E.T. versus un barniz transparente con resina alquídica sin modificar y así compararlos en igualdad de condiciones, esperando observar de primera mano, un comportamiento de mejora en sus propiedades, tales como secado oxidativo, anclaje sobre superficie y brillo, que son propiedades tanto cuantitativas como cualitativas. Estas propiedades requieren ser medidas y observada en las aplicaciones del barniz sobre un sustrato metálico con espesores de película muy similares.</p>
Palabras Claves	Reciclaje o recuperación, Tereftalato de polietileno, resinas alquídicas, cadena carbonada, agente modificador, reactor cerrado, monoglicerido.
Contenidos	Proyecto aplicado sobre..... con el fin de... aplicado a...
2. Descripción del problema de investigación	
<p>Por ser la resina alquídica corta en soya una de las materias primas más usadas en la fabricación de pinturas, se hace propicio evaluar la posibilidad de encontrar un compuesto o material reciclado que, incluyéndolo dentro su formulación, conserve o mejore sus propiedades físicas y químicas de la misma.</p>	

En la actualidad, los diferentes sectores industriales están percibiendo el uso de materiales recuperados como un valor agregado en cada uno de los productos fabricados; por ello, el reciclaje de PET, se está canalizando como una parte fundamental del tema ambiental que se vive en la actualidad y con esto, se está perfilando como una de las mayores oportunidades de negocios para casi toda la industria manufacturera de plásticos y sus derivados, ya que se puede aumentar su funcionalidad después de su vida útil, incorporándolo como insumo en algunos procesos industriales.

Por las condiciones del PET como la flexibilidad, maleabilidad y funcionalidad, los insumos derivados del petróleo han sido el material preferido por la gran mayoría del sector industrial, convirtiendo su fabricación en una oportunidad de abastecimiento de material para otras industrias que ha terminado por saturar de algún modo, el planeta de plástico no funcional. (Grafia, 2015)

Todo el plástico que ha cumplido su ciclo de vida útil finaliza como un tema de contaminación ambiental, ya que son compuestos que por sus características y su naturaleza no se degrada con facilidad y terminan convirtiéndose en parte no formal del ecosistema sin aportar ningún beneficio.

Por lo anterior, se puede hablar de un tipo de contaminación terrestre, que hace referencia al plástico que se encuentra en los diferentes ecosistemas y ambientes, como bolsas plásticas, empaques, botellas para envasar bebidas, chicles y otros cientos de usos que son difíciles de disponer, ya que muchos de ellos pueden tardar años en degradarse. (Arandes J. B., 2004)

También se tiene que tener en cuenta la contaminación del suelo por microplásticos, perjudicando el crecimiento de especies propias de cada geografía, que no permite la misma absorción de nutrientes por parte de las plantas al igual que la retención de agua en el suelo, esto debido a que la compresión de las partículas terrestres que debe existir entre cada una, es mayor, debido a la presencia de elementos extraños al sistema, es este caso el plástico (Geographic, 2019).

Por otro lado, cuando se habla de la contaminación del agua, es evidente que se hace referencia a inconvenientes mucho más grandes, ya que hasta el momento se han detectado islas completas de residuos plásticos con un tamaño considerable que de manera directa e indirecta afectan el ecosistema acuático, puesto que el material de plástico o residuos plásticos son normalmente colonizados por organismos microscópicos con características patógenas que alteran irreversiblemente los ciclos de nutrientes y todo el equilibrio del ecosistema acuático presente (Gomez J. , 2016).

Ahora bien, cuando se puntualiza en contaminación en el aire, se puede observar que, al momento de fabricar el plástico, las emisiones de vapores tóxicos que desprenden este tipo de industrias son muy altos y adicional a ello por el desconocimiento de algunas personas, la disposición final de los residuos plásticos termina siendo incinerados causando aún más daño al ambiente ya que llegan a generar efecto invernadero. Según su naturaleza pueden contribuir al efecto de lluvia ácida y otro tipo de factores que degradan cada vez más la calidad del aire (S. Baulch, 2014).

Según algunos estudios de *Administración de Alimentos y Medicamentos* (FDA, por sus siglas en inglés), el porcentaje que se recicla de Tereftalato de Polietileno en relación a su producción es muy bajo, ya que algunas empresas dedicadas a estas tareas, indican que dentro de su producción sólo se llega a mezclar el RPET (PET Reciclado) tan solo hasta en un 15% con resina virgen y aunque se pudiera reciclar la totalidad de ellos, no se podría reducir significativamente la cantidad de producción debido a la simple razón de oferta y demanda en el sector alimenticio. Otro factor negativo de los envases, en donde el P.E.T. tiene gran participación, es que pequeñas partículas del material (que no son perceptibles a la vista) se pueden desprender y quedar suspendidos en los alimentos.

De igual modo, la estructura química del PET imposibilita la recuperación del material de una forma sencilla, donde sin ser necesario algún proceso químico, el compuesto sea reutilizado, por lo contrario, la resina con la cual se fabrican los envases de tereftalato debe ser reprocesadas bajo procesos industriales que pueden generar subproductos o gastos energéticos innecesarios. Es un

material químicamente estable y de excepcional resistencia química, es posible aplicar sobre él, adhesivos. Para el caso de los productos como envases se procesa por "Inyección por soplado biorientado" con lo que se aumenta la barrera de protección a los gases, resistencia a los impactos y transparencia al procesarse por procesos como inyección, soplado, adquiriendo mejores propiedades mecánicas, su combustión no genera sustancias contaminantes (Martínez, 2007).

Es por lo anterior que con el desarrollo de este trabajo de grado se pretendió recuperar un porcentaje de P.E.T. en la fabricación de una resina alquídica, sin que la misma cambiara sus propiedades físicas finales como viscosidad, acidez, brillo, anclaje y secado.

3. Objetivos

1.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un barniz transparente brillante, a partir de una resina alquídica con mejoras en sus propiedades de brillo, anclaje y secado oxidativo, por el uso de Tereftalato de Polietileno (PET) recuperado como agente modificador.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la cantidad de Tereftalato de Polietileno, óptima en la formulación de una resina alquídica.
- Obtener una resina alquídica modificada con Tereftalato de Polietileno recuperado de botellas plásticas.
- Elaborar un barniz transparente brillante a partir de la resina alquídica modificada.
- Evaluar las propiedades de brillo, anclaje y secado oxidativo del barniz transparente brillante elaborado a partir de la resina alquídica corta en soya modificada.

4. Metodología

General:

Para el montaje inicial de fabricación de la resina alquídica, es necesario entender que este proceso se puede dar a través de tres pasos generales, los cuales están estructurados en la figura 2. Proceso de montaje, así:

1. Formulación: En este proceso, se crea a razón de la concepción teórica de una resina alquídica y su proceso químico de fabricación, un modelo matemático sobre el cual se monta una fórmula base que permita realizar ensayos prácticos para obtener una masa alquídica fluida como se propone en el objetivo general.
2. Cargue: Este paso permite realizar el cargue o adición de todas las materias primas estipuladas en la fórmula inicial en el orden establecido y bajo las condiciones indicadas con el fin de obtener la resina alquídica.
3. Ajuste de propiedades: Este paso es el final del proceso, el cual permite identificar que propiedades de la resina pueden llegar a ser modificadas dentro del proceso, así pues, viscosidad, color, acidez y porcentaje de sólidos pueden ser evaluados y ajustados de tal modo que se obtenga el mejor de los resultados en virtud del objetivo general del proyecto.

5. Referentes teóricos

Las resinas alquídicas son poliésteres de tipo plastificado, obtenidos a través de una reacción de condensación llamada esterificación donde se sintetiza un éster partiendo de la reacción ocurriente entre y sus poliacidos con los alcoholes polihídricos (polioles) que se encuentran en estado de equilibrio, alterando su cadena en su seguidilla organizada de monoácidos de cadena larga (C8-

C24) (Othmer, 1993). La elección de cada uno de los reactivos de la formulación apunta a definir las propiedades tanto físicas como mecánicas, ya que cada uno de ellos aportan en variables fundamentales, la estructura química y la operatividad del monómero utilizado (Cano, 2002). Generalmente, los monoácidos son ácidos grasos, derivados de algunos aceites vegetales cuyo principal objetivo es promover su flexibilidad, la solubilidad con la que cuentan en disolventes alifáticos y aromáticos y el secamiento por efecto de la oxidación.

En virtud de la necesidad de uso de la resina, se definen propiedades de esta, como solubilidad a algunos disolventes, viscosidad, secado, compatibilidad, flexibilidad de la película, acidez, resistencia química y mecánica. Estas propiedades deben ser incluidas como variables primarias y deben ser incluidas dentro del proceso de formulación de la resina al igual que la longitud de la cadena de carbono de la resina y condiciones adicionales tanto de proceso como de la reacción misma.

Clasificación de las resinas alquídicas

De acuerdo con la proporción que contiene de aceite, todas las resinas alquídicas se pueden clasificar como: cortas, que hace referencia a que el porcentaje del aceite en base a los sólidos de la resina esta entre el 28% y 45%; medias, que están entre el 45% hasta el 55% y largas, que es un porcentaje mayor de 55%. Según sea la composición y naturaleza del aceite, las resinas alquídicas se pueden nombrar como secables, semisecables y no secables.

De acuerdo con el porcentaje de insaturación que es dado por su índice de Yodo, las resinas también pueden ser nombradas como lo denotamos anteriormente. (Secables, semisecables y no secables). Las resinas secables se obtienen con aceites con un índice de 160 a 230. Las resinas semisecables se obtienen con índices de yodo que estén comprendidos entre 125 y 150, entre los que están aceites como el de Soya. Resinas no secables se consideran que están elaboradas con aceites con índice de yodo inferiores a 120.

Cuando se pretende cambiar alguna de las propiedades de una resina, estas pueden ser manipuladas o modificadas a través de una alteración por copolimerización con monómeros que pueden ser vinílicos, monómeros aromáticos o monómeros alifáticos (Fernandez, 1998).

Las resinas alquídicas en base solvente son de las primeras aplicaciones de la síntesis de polímeros en la industria del recubrimiento de superficies, y han venido siendo utilizadas en la manufactura de las pinturas al igual que de los tintes desde los años 30 hasta hoy. (Baez O. 2010)

La primera síntesis de una resina alquídica fue desarrollada cerca de los años 20 por la reacción entre un poliol que en ese caso fue la glicerina de grado USP y un anhídrido ftálico, este componente plástico fue fabricado por la empresa "General Electrical Company" de los Estados Unidos para atenciones eléctricas, luego de esa creación, se generaron métodos para modificar y mutar de algún modo estas resinas con otro tipo de aceites y fue cuando aparecieron las resinas alquídicas que se conocen en la actualidad. El término "alquídica" fue usado por primera vez por Kienle en el año 1927 para describir los poliésteres resultantes entre la reacción de alcoholes polihídricos y ácidos polibásicos, y se han utilizado desde entonces para preparar compuestos poliméricos como pinturas, barnices y lacas. (Báez J. 2010)

Las resinas de tipo alquídico son las más sobresalientes resinas sintéticas, ya que el volumen total utilizado en recubrimientos líquidos de superficies es mucho más amplio que las demás. Este tipo de resinas pueden ser usadas en casi todos los tipos de revestimientos de superficie, tales como esmaltes, lacas barnices, pinturas y afines. Dentro de las principales materias primas que se usan para su elaboración están los aceites refinados y/o ácidos grasos que son altamente insaturados, un ejemplo de ellos es el aceite de soya al igual que el aceite de linaza, la mayoría de ellos importados para la fabricación de resinas alquídicas en nuestro país. La producción en Colombia de aceites de estas características se basa en aceites de baja saturación como el aceite de palma, que realmente no cumple los estándares necesarios para la obtención y síntesis de resinas, sin embargo,

podrían llegar a mezclarse de forma parcial con alguna modificación química y también con insaturados (como el aceite de soya) esto sin afectar la calidad final de los productos elaborados con el mismo (Isaam, et al 2009).

Tereftalato de polietileno: Inicialmente se deberá tener en cuenta la información acerca de PET contenida en la tabla No 1. Identificación de productos de plástico

Símbolo	Tipo de Plástico	Propiedades	Usos Comunes
 PET	PET PolietilenoTereftalato (Polyethylene Terephthalate)	Contacto alimentario, resistencia física, propiedades térmicas, propiedades barreras, ligereza y resistencia química.	Bebidas, refrescos y agua, envases para alimentos (aderezos, mermeladas, jaleas, cremas, farmacéuticos, etc.)
 HDPE	HDPE Polietileno de alta densidad (High Density Polyethylene)	Poco flexible, resistente a químicos, opaco, fácil de pigmentar, fabricar y manejar. Se suaviza a los 75°C	Algunas bolsas para supermercado, bolsas para congelar, envases para leche, helados, jugos, shampoo, químicos y detergentes, cubetas, tapas, etc.
 PVC	PVC Policloruro de vinilo (Plasticised Polyvinyl Chloride PCV-P)	Es duro, resistente, puede ser claro, puede ser utilizado con solventes, se suaviza a los 80°C. Flexible, claro, elástico, puede ser utilizado con solventes.	Envases para plomería, tuberías, "blister packs", envases en general, mangueras, suelas para zapatos, cables, correas para reloj.
 LDPE	LDPE Polietileno de baja densidad (Low density Polyethylene)	Suave, flexible, translucido, se suaviza a los 70°C, se raya fácilmente.	Película para empaque, bolsas para basura, envases para laboratorio.
 PP	PP Polipropileno (Polypropylene)	Difícil pero aún flexible, se suaviza a los 140°C, translucido, soporta solventes, versátil.	Bolsas para frituras, popotes, equipo para jardinería, cajas para alimentos, cintas para empacar, envases para uso veterinario y farmacéutico.
 PS	PS Poliestireno (Polystyrene)	Claro, rígido, opaco, se rompe con facilidad, se suaviza a los 95°C. Afectado por grasas y solventes.	Cajas para discos compactos, cubiertos de plástico, imitaciones de cristal, juguetes, envases cosméticos.
 PS-E	PS-E Poliestireno Expandido (Expanded Polystyrene)	Esponjoso, ligero, absorbe energía, mantiene temperaturas	Tazas para bebida calientes, charolas de comida para llevar, envases de hielo seco, empaques para proteger mercancía frágil
 OTHER	OTHER Otros (SAN, ABS, PC, Nylon)	Incluye de muchas otras resinas y materiales. Sus propiedades dependen de la combinación de los plásticos.	Auto partes, hieleras, electrónicos, piezas para empaques.

Tabla 1. Identificación de productos de plástico

El Tereftalato de Polietileno o PET por sus siglas en inglés está hecho a base de petróleo crudo, gas y aire. Un kilogramo de PET está distribuido en su composición por 64% petróleo, 23% derivados líquidos de gas natural y un 13% de aire. Partiendo del hidrocarburo crudo, se separa el para-xileno y se inicia la oxidación con suministro de aire para dar como resultado el ácido tereftálico. El etileno, que es obtenido con base a derivados del gas natural, es oxidado con un flujo aire para llegar a formar el etilenglicol. El PET (Tereftalato de Polietileno) se hace combinando un ácido tereftálico y el etilenglicol. Después de este proceso de síntesis la estructura del PET es definida como se muestra en la Fig 1. Estructura del PET.

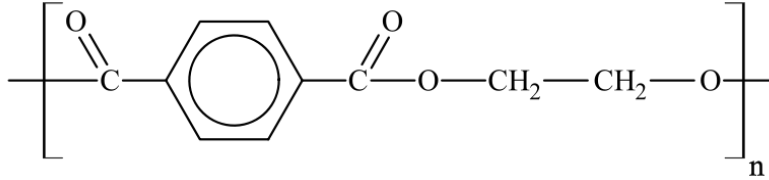


Fig. 1 Estructura del PET

Pertenece al grupo de materiales que por sus características y naturaleza química son denominados poliésteres. El PET es un compuesto termoplástico lineal de características poliméricas, con un alto grado de cristalinidad. Como la gran mayoría de termoplásticos, este puede ser procesado mediante: inyección, extrusión, inyección y soplado, soplado de preforma y termoconformado.

El proceso para la obtención del envase comienza con la extracción del hidrocarburo para después llevarse a *refinamiento* agregándole ácido tereftálico y etilenglicol para poder elaborar una resina en polvo. Más adelante esta resina se extruye y pelletiza para obtener los granos de PET.

Barnices y Pinturas

Se da por nombre barniz al producto que está constituido solamente por ligantes (resinas o aceites), disolventes y aditivos, mientras que la pintura se diferencia ya que consta de ligantes, pigmentos, disolventes y aditivos. La expresión esmalte se puede aplicar a recubrimientos de acabado final (es decir, la última capa de aplicación o estrato visible), que contienen una pigmentación o carga seca fina y un color ya determinado, esto con la finalidad de conferir un talante decorativo, de señalización, etc. (se busca que el tamaño de la partícula de pigmento sea lo más fina posible y así poder al acabado de un aspecto liso y brillante). Es por ello que las consideraciones consiguientes, sobre ligantes y disolventes, se pueden aplicar a los barnices; pero cabe recordar que para que un barniz llegue a convertirse en pintura es necesario adicionarle un pigmento.

De acuerdo con las normas ASTM (designación D 16-47) la pintura es una disposición líquida pigmentada, que se transforma en película sólida y opaca después de realizar su aplicación en una capa fina. Realmente, debe hablarse con más precisión de películas «relativamente» opacas, ya que por lo general éstas son algo tersas. Las pinturas son compuestos naturales o artificiales, ordinariamente orgánicas, preparadas para formar sobre el sustrato de un objeto un film continuo y adherente o con buen anclaje, que les confiera un poder protector, atractivo, dieléctrico, filtrante a determinadas radiaciones, etc. El barniz contemplado para este desarrollo es un Esmalte transparente de característica brillante, que obtiene su secado de forma oxidativa y no por reacción catalítica, que tiene buen anclaje en superficies Cool Roled y que su imprimación es relativamente sencilla. Adicional a lo anterior, es un recubrimiento que por su naturaleza se maneja bien en condiciones de exposición a efectos del medio ambiente como lluvia, sol y niebla.

6. Referentes conceptuales

Reciclaje: El **reciclaje** es un proceso cuyo objetivo es convertir desechos en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización

Tereftalato de polietileno: El **PET** (polietileno tereftalato) **es** un polímero de condensación termoplástico y material muy usado en la producción de una gran diversidad de envases de bebidas, como los refrescos, y fibras textiles.

Resinas alquídicas: Un material polimérico derivado de la reacción de polioles y poliácidos es técnicamente una **resina alquídica** o simplemente un "alquid"

7. Resultados

- El cargue de anhídrido ftálico en la formulación de la resina es inversamente proporcional al cargue de recuperación de PET, ya que se puede observar que al aumentar el anhídrido se debe disminuir la adición del reciclaje, esto con el fin de balancear la fórmula y obtener las propiedades requeridas en la resina, tanto de

viscosidad como de acidez. Estos resultados se pueden observar más claramente en el ensayo No 1 y No 2, donde el aumento de anhídrido es bajo, pero el aumento del reciclaje de PET en porcentaje es mucho mayor.

Lo anterior es debido a que el anhídrido ftálico debe reaccionar con la cadena de carbonos presente en el polímero formado por el aceite de soya y la glicerina, y el PET ya es una resina de estructura definida que no interfiere en esta reacción, pero si aporta propiedades de brillo y maleabilidad al producto final.

- La cantidad de Tereftalato de Polietileno PET, afecta directamente el secado del producto final, que es la variable de respuesta definida en nuestro diseño experimental, es decir, a mayor cantidad de PET recuperado en la sustancia, mayor es el secado, esto debido a que la cadena carbonada queda muy larga, aumentando así el tiempo de creación de la película. Adicional a ello, a mayor cantidad de producto recuperado, menor es la capacidad que tiene la resina de aceptar solvente, es decir, pierde solubilidad a los compuestos alifáticos debido a la estructura compuesta del mismo.
- La cantidad de ensayos realizados para este trabajo se definieron de acuerdo con el blanco sobre el cual se caracterizaron las primeras propiedades de la resina y fueron los variables definidas en el diseño experimental, como la acidez y la viscosidad de la resina y un máximo teórico de adición de PET en la formulación. Luego de ello se cerró el rango buscando optimizar las características físicas y químicas de la resina. Después de ello se hicieron tres ensayos idénticos buscando repetibilidad de los resultados, los cuales generaron valores similares para las variables medidas, viscosidad, acidez, secado y color. Por lo anterior, se denota que el ensayo con mejor comportamiento es el número 6.
- Como indica Cardeño F. y Rios L en su documento, la reacción de la resina alquídica sucede entre los 220°C y los 235°C, es en este rango de temperatura donde los monoglicéridos convergen con los anhídridos y el pentaeritritol de la fórmula. Esta temperatura se debe sostener durante un tiempo considerable, y está atada a la eficiencia de la acidez, como lo muestra la Gráfica 3, ya que es un indicador de la finalización de esta, pues entre más cercano este al cero este valor, la reacción indica un porcentaje de finalización más alto, lo anterior es evidencia de los resultados obtenidos en el blanco de análisis

Sin embargo, dejar mucho tiempo la resina a temperaturas elevadas, conlleva a que el producto final obtenga un color rojizo en la escala Gardner, llegando a estar entre 9 o 10, que ya son colores oscuros en extremo rojos para una resina alquídica.

8. Conclusiones

Después de haber terminado la metodología planteada para este proyecto investigativo se puede concluir lo siguiente:

1. La cantidad de PET que se debe usar para obtener los mejores resultados en las formulaciones es del 0,32% del peso total de la resina, debido a que, con esta cantidad, las propiedades finales de la resina como secado, acidez y viscosidad, que son los factores críticos a evaluar, no cambian de acuerdo al blanco.
2. La resina se debe envasar a una temperatura alrededor de los 110 °C para poder adicionar el 100% del disolvente, y evitar expulsión del solvente por altas temperaturas de la resina, como se evidencia en la ilustración 8, ya que la resina tiene un gran poder calorífico y el disolvente se evapora y convierte en gas después de los 130°C, haciendo que el cambio de presión en los dos estados del solvente (líquido y gas) generen burbujas que explotan de forma imedita, la homogenización de la masa se obtiene después de pasados 45 minutos de agitación.
3. De acuerdo con el uso del PET como agente modificador de cadena en las resinas alquídicas, las industrias de manufactura de este tipo de sustancias o compuestos deben

volverse parte de la solución en cuanto a desperdicios y a posconsumo se refiere, incorporando dentro de sus formulaciones productos que hayan terminado su vida útil, como en este caso puntual el tereftalato de polietileno.

4. El reciclaje enmarcado dentro de todo proceso productivo debe ser un camino a la disminución de costos de un producto terminado y a su vez debe conllevar a la responsabilidad social y ambiental que toda compañía debe tener, es por ello que a través del presente trabajo se generan evidencias de como cada una de las industrias, desde la rama que le corresponda, tiene la obligación de procurar y velar por el bien común y no por el propio.
5. El uso de Tereftalato de Polietileno PET como agente modificador de la resina alquídica es una alternativa viable dentro del proceso productivo de la misma, ya que al aumentar la cantidad de anhídrido ftálico y adicionando el Tereftalato disminuye los costos de fabricación sin variar las características finales del producto y su desempeño.
6. Se debe aumentar la cantidad de anhídrido ftálico en las formulaciones de resinas alquídicas que usen como parte de su agente modificador el PET, debido a la reactividad de la sustancia y a que el anhídrido ftálico mejora el comportamiento de la acidez del producto y la viscosidad del mismo.
7. La industria fabricante de resinas alquídicas, pinturas y barnices tiene una posibilidad enorme de disminuir sus precios de producto terminado, volviendo mucho más competitivos en un mercado tan establecido, teniendo como plus de venta el diferencial del compromiso ambiental con el uso de material reciclable.
8. El uso de resinas alquídicas en base solvente que contienen recuperación de tereftalato de polietileno no afecta las características y propiedades finales de un barniz transparente de secado al aire, por el contrario, mantiene las mismas, proporcionando al recubrimiento líquido, buen brillo, óptimo secado y un buen acabado final.
9. Los productos fabricados con resinas alquídicas en base solvente con recuperación de tereftalato de polietileno tienen la misma capacidad de aceptación de disolventes, sin evidenciar disminución en la tolerancia a los mismos.

La recuperación de PET en una resina alquídica no va en contravía de las propiedades fisicoquímicas que esta debe tener, por el contrario, profieren al producto final ventajas en cuanto a características de uso y aplicación, como el brillo y el anclaje.