

PROYECTO POLIMEROS BIODEGRADABLES

TÍTULO DEL PROYECTO

CONVERSION CATALITICA DIRECTA DE LA CELULOSA UTILIZANDO PARA LA OBTENCION DE 5-HIDROXIMETILFURFURAL (HMF) PARA LA PREPARACION DE POLIETILENFUMARATO .

PALABRAS CLAVE

Polietilenfumarato, PEF, Celulosa, hexosas, 5-hidroximetilfurfural, polímeros biodegradables, HMF.

RESUMEN DEL PROYECTO

Crear un equipo de trabajo que pueda desarrollar y mantener la producción de HMF a partir de biomasa con el diseño de una biorrefinería.

Diseño de una biorrefinería para procesar biomasa, con el objetivo de obtener productos de alto valor agregado

Síntesis de HMF a partir de celulosa obtenida de biomasa, con un rendimiento que cubra las expectativas de mercado.

Obtener resultados en un tiempo óptimo para que su empresa pueda comercializar el producto obtenido.

Control de calidad de materia prima y producto terminado.

Validación y certificación de los procesos y materiales generados en este proyecto.

Problema a resolver

Alrededor de 40% de los materiales empleados en empaques son plásticos. En el mundo actual, tanto las presiones medio ambientales como la necesidad económica de tener una alternativa frente a los materiales basados en petróleo han llevado en los últimos 15 años a un desarrollo sostenido de materiales alternativos; en específico, se ha buscado reemplazar a los materiales plásticos basados en petróleo por materiales basados en productos renovables.

Actualmente, hay ya en el mercado plásticos biobasados, producidos a partir de maíz, papa o caña de azúcar, por ejemplo, con los cuales se producen bolsas plásticas, vasos y películas. Existe sobre todo la tendencia a utilizar materiales que no compitan con los alimentos, por lo que además se están haciendo esfuerzos por producir materiales a partir de productos vegetales no comestibles. Sin embargo, es importante considerar que el uso de materiales biobasados no implica que los productos finales sean biodegradables. Así mismo, antes de juzgar si un material es correcto o no ambientalmente, es necesario observar el ciclo de vida completo y su huella de carbono, ya que la energía consumida para su

producción, por supuesto, también tiene un impacto sobre el cambio climático global.

Estado de avance de la solución

El PET es uno de los plásticos más usados en packaging por sus grandes propiedades y versatilidad, fundamentalmente su flexibilidad, ligereza y que sea 100% reciclable, algo que en algunas ocasiones le ha llevado a desplazar al PVC como material en numerosos usos.

Pero el PET no es perfecto, de hecho, que proceda de una sustancia fósil no renovable tan importante como el petróleo ha llevado a muchas compañías a buscar alternativas como el polietilen furanoato o PEF, un material que se obtiene a partir de biomasa. El cual presenta mejores características y ventajas sobre el PET.

El PEF puede producirse a partir de recursos renovables en un 100%. El cual se puede producir de forma química a partir de sustancias como la fructosa. De este modo, se deja de depender de las reservas de petróleo y la variabilidad de sus precios. El PEF es una sustancia que proporciona un alto rendimiento que compite de tú a tú con el PET en términos de calidad y rendimiento. Sin ir más lejos, el PEF se comporta incluso mejor que el PET como barrera, lo que lo convierte en un material óptimo para packaging.

El PEF tiene también temperaturas más bajas de fusión y plastifica mejor que el PET. De este modo, sustituir el PET por el PEF no solo es más sostenible, sino que también es una mejor alternativa en términos de comportamiento y propiedades mecánicas.

Otra buena noticia para la industria es que la producción de grandes cantidades de PEF resulta en unos precios más bajos que el PET. Así que además de librarse de la volatilidad de precios del barril de petróleo, fabricarlo conlleva una reducción de costos.

Empresas como Coca-Cola y Danone buscan migrar sus empaques a este material. Entre ellos se destaca ante todo la botella de Coca-Cola Plant Bottle, actualmente utilizada ampliamente en el mercado europeo.

La demanda mundial del mercado de polietilen furanoato (PEF) se estimó en 11.700 toneladas en 2016. Se espera que factores como el aumento de la demanda de envases sostenibles en todo el mundo y las ventajas de PEF sobre el PET de base biológica sean las tendencias clave que estimulan el crecimiento del mercado. Además, se prevé que el aumento de la demanda de productos de polímeros ligeros en varias industrias de uso final. Es probable que el uso de PEF ayude a abordar las preocupaciones ambientales en el futuro. PEF contiene 30% monoetilenglicol de base biológica (MEG) con 70% de ácido furano dicarboxílico de origen biológico (FDCA). Esto lo hace más biodegradable y menos peligroso para el medio ambiente en comparación con el PET petrobase debido a su naturaleza biodegradable relativamente alta, está a punto de ser la mejor

alternativa disponible para su uso en envases sostenibles durante el período de previsión. automoción, alimenten la demanda durante el período de previsión.

JUSTIFICACIÓN DEL CARÁCTER INNOVADOR

PEF: Una nueva alternativa

Aunque no ha sido uno de los bioplásticos más publicitados, sin duda sí es uno de los más exitosos y de los que más aplicaciones existen actualmente. El nombre PEF es la abreviación de polietilen-furanoato. Los carbohidratos necesarios se obtienen a partir de fuentes muy variadas: plantas, granos, lignocelulosa (madera), e incluso de productos desechados como basura de papel o residuos agrícolas.

El producto de este proceso es el monómero FDCA (ácido furano dicarboxílico, que hasta ahora está siendo empleado para producir el PET, un material que se está empleando en reemplazo del PET. De acuerdo con Avantium, el PEF ofrecería mejores propiedades de barrera, y también mejores propiedades químicas que el PET. En este momento ya hay una planta piloto en funcionamiento.

¿Por qué se considera que el proyecto es innovador?

Propiedades mejoradas

Las botellas de PEF pueden superar el desempeño de las botellas de PET en varios aspectos. Uno de los más importante serían las propiedades de barrera (la habilidad de un polímero de soportar la permeabilidad de gas a través de la botella). El PEF ofrecería hasta 10 veces más resistencia a la migración de oxígeno, desde el ambiente hacia el interior de la botella, por lo que las bebidas carbonatadas tendrían una vida de anaquel más prolongada. La barrera al dióxido de carbono sería hasta 4 veces superior a la del PET, y la barrera al vapor de agua hasta 2 veces mayor. Adicionalmente, podría eliminarse el uso de algunos recubrimientos, como el plasma, para envases de bebidas como cervezas.

Otra característica atractiva del material es la resistencia térmica. El PEF tendría capacidad de soportar mayores temperaturas, debido a que tiene una temperatura de fusión y de transición vítrea más elevada.

El material también es completamente reciclable. Los ensayos preliminares han demostrado que es posible reciclar PEF a PEF. Por ahora, en lo que se espera sea un período de transición, el PEF se está mezclando dentro del ciclo de reciclaje del PET. Un análisis de ciclo de vida llevado a cabo en forma independiente por el Instituto Copérnico en la Universidad de Utrecht ha demostrado que el PEF tiene una huella de carbono entre 50 y 70% inferior a la del PET de hoy.

El mercado mundial de polietilen furanoato se encuentra en una etapa de desarrollo naciente con un margen de crecimiento significativo. Para aprovechar el inmenso potencial que ofrece el mercado PEF, las empresas pueden invertir en I+D de tecnologías de producción avanzadas e impulsar su comercialización.

El establecimiento de asociaciones con proveedores y compradores de materias primas (biomasa), también puede ser una estrategia de crecimiento clave para los fabricantes de PEF. Además, la presencia de un marco regulatorio positivo puede funcionar a favor de los fabricantes.

JUSTIFICACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DEL ÁREA ESTRATÉGICA ELEGIDA

El polietilen furanoato es un polímero biobasado 100% reciclable, cuya materia prima es extraída de plantas. Está ganando popularidad ya que varias empresas se dedican a la fabricación de botellas 100% biobasadas, películas y fibras. Es probable que el producto sea testigo de un alto crecimiento, ya que puede ser ampliamente utilizado como un sustituto potencial de PET de base biológica debido a sus propiedades mecánicas, térmicas y de barrera superiores.

La industria de refrescos carbonatados está creciendo a un ritmo rápido y con eso, la demanda de botellas ha ido en aumento. El PET es en gran medida preferido para la producción de botellas en todo el mundo. Sin embargo, debido a las crecientes preocupaciones ambientales, la industria de envases embotellados está cambiando lentamente hacia botellas de plástico de base biológica. Como resultado, habrá una adopción creciente de PEF en aplicaciones de envasado embotellado durante el período de previsión.

Perspectiva de la aplicación (volumen, toneladas; Ingresos, MILES DE USD; 2016 - 2022)

En general, se prevé que la industria de envases y botellas tendrá un crecimiento significativo en los próximos años debido a las rápidas innovaciones. PEF podría ser un actor clave que contribuye al éxito de los productos ecológicos de base biológica. Sin embargo, al estar en su fase piloto, no se puede estimar mucho sobre su aceptación y rendimiento en todo el mundo en términos de durabilidad y viabilidad de la adopción.

El mercado del PEF fue valorado en \$167.9 mil en 2017 y se espera que alcance \$129.3 millones para 2025. Se espera que el mercado en términos de valor crezca al 31% de 2019 a 2025 después de su comercialización. Mientras que, en 2017, el mercado en términos de volumen fue de 40 toneladas, lo que se espera que alcance 81,9 kilotonnes para 2025. Se espera que el

mercado en términos de volumen crezca al 50,7% de 2019 a 2025 después de su comercialización. Se espera que el respaldo de las principales empresas de envasado para el desarrollo del mercado PEF y el desarrollo de la producción de PEF a escala comercial ayude al mercado a crecer.

Se espera que la aplicación de la botella de PEF reemplace el PET en grandes volúmenes en la industria del embalaje. El desarrollo de botellas PEF ha sido apoyado por los principales consumidores, como Danone, Nestle S.A., Swire Pacific Ltd., Toyo Seikan Co., Ltd., y The Coca Cola Company, impulsando aún más el crecimiento de botellas PEF. Además, las iniciativas adoptadas por empresas químicas líderes como MITSUI CO., LTD. y Avantium para promover botellas de bebidas PEF a gran escala en grandes eventos como los Juegos Olímpicos de Tokio en 2020 se espera que impulsar aún más el crecimiento de esta aplicación.

Las tendencias del mercado PEF varían según las diferentes regiones geográficas. El mercado PEF tiene una participación prominente en varios países de América del Norte, Europa, Asia-Pacífico (APAC) y Descanso del Mundo. Europa domina actualmente el mercado en términos de valor debido a la naturaleza costosa de PEF en la región, mientras que la región de Asia y el Pacífico domina el mercado en términos de volúmenes, ya que la región alberga importantes empresas de polimerización PEF y productos PEF empresas manufactureras. Se espera que China muestre el crecimiento más rápido después de la comercialización del PEF en 2019. El país es el hogar de los principales consumidores de resina PET y se espera que sea un país clave para el crecimiento una vez que pese comercializado.

Objetivo General

Desarrollar la conversión catalítica directa de la celulosa utilizando diferentes líquidos iónicos para la obtención de 5-Hidroximetilfurfural (HMF).

- **PLAN DE TRABAJO**

- **Sintetizar líquidos iónicos con acidez Bronsted y estudiar su capacidad catalítica para la obtención de HMF.**
- **Obtención de 5-Hidroximetilfurfural (HMF) a partir de celulosa (obtenida de biomasa), utilizando líquidos iónicos como solvente y catalizador ácido Lewis.**
- **Estudiar el $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ y SnCl_4 como catalizador para promover la isomerización de la glucosa a fructosa formada para la obtención de HMF.**
- **Realizar la deshidratación en medio ácido de la fructosa para la obtención de HMF.**
- **Evaluar los factores y variables experimentales en la síntesis de HMF como la temperatura de reacción, tiempo de reacción y**

concentración, además de establecer la mejor relación LI/catalizador, LI/H₂O, LI/celulosa.

- **Caracterizar el producto de síntesis HMF mediante IR, RMN-C, RMN-H, UV-Visible.**

Con este proyecto se pretende desarrollar polímero características similares al PET y con propiedades biodegradable, además, de la tecnología para producirlo a gran escala. Esto permitirá, a mediano plazo, reemplazar al PET como materia prima para la elaboración de botellas para embazar gaseosas y agua. Contribuyendo en las políticas de para mejorar el medio ambiente. Se espera obtener y producir a escala comercial HMF, dicho compuesto orgánico puede servir para:

1- Plásticos biodegradables, con ello evitaríamos los daños medioambientales tan dramáticos que todos conocemos: los plásticos contaminan nuestro planeta

El producto está orientado para abastecer a empresas embotelladoras de productos de consumo humano.