UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Ingeniería Química

CÓDIGO DEL TFG: 220-078-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Producción sostenible de LAS a partir de materias primas renovables

Descripción general (resumen y metodología):

Tipología: Elaboración de un informe o un proyecto de naturaleza profesional.

Objetivos planteados:

Bibliografía básica:

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: FRANCISCO RÍOS RUIZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: INGENIERÍA QUÍMICA

Correo electrónico: rios@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: MERCEDES ALVAREZ OLIVER

Correo electrónico: malvoli@correo.ugr.es

Nombre: Mercedes Álvarez Oliver

DNI: 77248640N

Correo: malvoli@correo.ugr.es

Título: Producción sostenible de LAS a partir de materias primas renovables

Objetivo: El objetivo principal es estudiar y diseñar el proceso de producción de LAS (linear alkylbenzene sulfonate), uno de los tensioactivos más empleados, a partir de materias primas renovables, evaluando su viabilidad técnica, operativa y sostenible como alternativa basados en derivados del petróleo. Para ello se analizarán las materias primas empleadas, las etapas del proceso productivo, la selección de equipos y reactores, considerando además los aspectos medioambientales y de eficiencia del proceso.

Resumen: La materia prima por excelencia de este proceso era el keroseno, al cual se le realizaba un proceso de adsorción para obtener las parafinas lineales, y después una destilación para obtener nuestra cadena con el rango óptimo de entre 10 y 14 carbonos. Sin embargo, hoy en día para reducir la huella de carbono se opta la mezcla de keroseno con aceites vegetales de rango laúbrico (el óptimo de entre 10-14 carbonos), para obtener un producto el cual se obtiene con una calidad similar, cambiando únicamente su elaboración, que es menos contaminante.

Este proceso es una cadena de reacciones, cada paso existe porque el anterior lo hace necesario.

En primer lugar, partimos de nuestro aceite vegetal de rango óptimo, al cual se le realiza un pretratamiento para eliminar impurezas. Después realizamos un coprocesamiento con el 5% de aceites que es lo que se realiza en las plantas existentes, en un reactor de hidrodesoxigenación y descarbonización, donde aparte de meter H2 para eliminar el azufre contenido, se mete el keroseno en el mismo rango de carbonos que el aceite para que estos dos se mezclen y obtengamos nuestras parafinas lineales.

Tras estos primeros pasos, seguimos los mismos procesos tradicionales. Tenemos que realizar una destilación para quitar las parafinas con más carbonos que pueda haber, para obtener únicamente las de nuestro rango óptimo de detergencia.

Una vez tenemos nuestras parafinas, tenemos que llevar a cabo una deshidrogenación para convertirlas en olefinas para que la molécula sea reactiva y reaccione con el benceno. En esta reacción se utilizan catalizador de Pt-Sn/Al2O3. Esta reacción es endotérmica y reversible, controlada por equilibrio termodinámico,

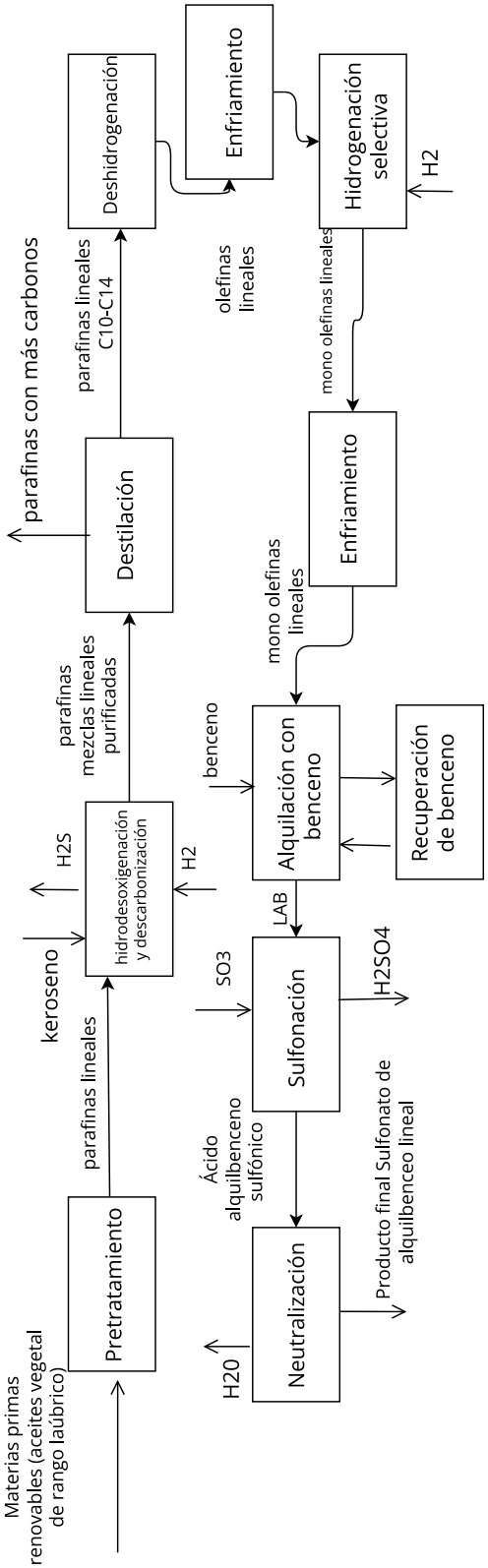
por ello nunca deja convertir todo, pero esto no nos interesa, de hecho la conversión que se quiere obtener es baja, de un 10-12%, para así minimizar subproductos y reacciones secundarias donde se pierde el doble enlace. Un problema que puede haber es que nosotros únicamente queremos obtener monoolefinas, un doble enlace para no hacer la molécula demasiado reactiva. Sin embargo, en la reacción pueden aparecer diolefinas y productos de cracking, por ello se lleva a cabo el proceso Define donde hacemos una hidrogenación selectiva, solo se añade H2 donde sobra el doble enlace. Una vez tenemos nuestra monoolefina se lleva a cabo la reacción estrella la alquilación de friedel crafts, una reacción de sustitución electrofílica aromática entre el benceno y la monoolefina y de ahí obtenemos el LAB el precursor de nuestro producto. Para esta reacción es necesario el uso de un catalizador ácido. El ácido activa la olefina, se forma un carbocatión, ataca el anillo aromático, y se restaura la aromaticidad con pérdida de un protón. Como catalizador, en vez de usar ácido fluorhídrico, desde hace 30 años se usa una tecnología llamada detal, un catalizador heterogéneo, el cual se usa en el 75% de la nueva capacidad mundial del LAB. Hay que usar un mayor exceso de benceno, el cual hay que recuperar y recircular, y esto aumenta el coste de operación, sin embargo, las ventajas son claras frente al HF, no presenta efluentes ácidos, mejor perfil de seguridad industrial, mayor contenido en isómero 2-fenil que mejora la solubilidad del LAS.

Ya tenemos el LAB, el cual es el precursor, pero tensioactivamente hablando, o sirve para nada, la sulfonación es la que lo convierte en el producto final.

En la sulfonación obtenemos el ácido alquilbencenosulfónico, que se obtiene mediante otra sustitución aromática, ya que el SO3 actúa como electrófilo sobre el anillo. Esta reacción se da de manera muy rápida absorbiendo energía. El reactor utilizado es de película descendente para controlar la temperatura.

En el proceso de producción a nivel mundial el ácido se transporta a las instalaciones del cliente y este es el que lo neutraliza, ya que transportar el ácido es más fácil debido a que está más concentrado y no hay que transportar el agua que se obtiene después de la reacción ácido base. En esta última reacción llevada a cabo por el cliente el grupo SO3H se convierte en So3Na, obteniendo una pasta de LAS al 65-96% de materia activa. La clave en la sulfuración para obtener un buen producto es echar el contenido preciso de S03, ni mucho para que la reacción sea agresiva ni muy poco porque si no parte del LAB no reacciona, controlar la temperatura, ya que la reacción libera mucho calor y nuestro producto puede quemarse o degradarse, el tipo de LAB, ya que uno con cadenas más cortas u otras más larga influye en características del producto como la viscosidad solubilidad, espuma… y también influye donde esté el grupo 2-fenil, donde esté pegado el anillo bencénico en la cadena. Finalmente

obtenemos nuestro tensioactivo de igual calidad que si partiésemos exclusivamente del keroseno, pero disminuyendo la contaminación en su procesamiento.



Bibliografía:

AOCS Journal of the American Oil Chemist's Society: Linear alkylbencene.

Cepsa Química 2009: La importancia del LAS como base de detergente