

Investigación y desarrollo de procesos de producción de biodiésel y aprovechamiento de subproductos del proceso

Carlos A. Querini⁴ y Bruno O. Dalla Costa⁴

La energía como recurso tiene un carácter estratégico único, ya que pueden sustituirse las fuentes energéticas, pero el fluido energético es irremplazable e imprescindible en cualquier proceso de transformación o producción. La energía juega un papel crítico en el proceso económico de cualquier sociedad. La producción de energía y el estado del medio ambiente están íntimamente relacionados, ya que cualquier sociedad humana tiene dependencia del medio natural o geográfico para la posibilidad de su existencia y evolución. Todo esto, sumado a los potenciales mayores costos de explotación de petróleo, su escasez y precio, redoblan los incentivos para el desarrollo de energías renovables. Argentina es una de las regiones más favorecidas con una multiplicidad de ecosistemas apropiados para la implementación de diversos tipos de energías renovables, entre los que se destacan los biocombustibles de segunda generación. En Santa Fe, la ley provincial 12692 define a los *biocombustibles* como aquellos productos que se obtienen a partir de materias primas de origen agropecuario o agroindustrial o desechos orgánicos, y que cumplan con los requisitos de calidad establecidos por la Secretaría de Energía de la Nación. Luego, la ley nacional 26093 menciona como biocombustibles al *bioetanol*, *biogás* y *biodiésel*. En el caso particular del biodiésel, que sustituye o complementa al diésel, se obtiene a partir de materias primas renovables como ser aceites vegetales (soja, colza/canola, girasol, entre otros), como así también de grasas animales, a través de un proceso denominado transesterificación. En este proceso, los triglicéridos presentes en las materias primas se hacen reaccionar con un alcohol, en presencia de un catalizador, obteniéndose los ésteres de ácidos grasos (biodiésel) y glicerol como subproducto. Aproximadamente por cada tonelada de aceite vegetal crudo se obtiene una tonelada de biodiésel.

La provincia de Santa Fe tiene un elevado potencial en esta temática, con numerosas razones que justifican la inversión en innovación y tecnología del proceso de producción de biodiésel. Por un lado, el empleo de biodiésel como combustible tiene ventajas medioambientales, siendo muy importante la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, como así también de las emisiones de dióxido de azufre (National Renewable Laboratories Report, 2006). En lo que refiere a la logística, se reduce el consumo de combustibles fósiles y se puede contribuir de manera

4 Facultad de Ingeniería Química, UNL. Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica «Ing. José Miguel Parera» (INCAPE) (CONICET-UNL).

significativa al abastecimiento energético. En el ámbito agrícola, la instalación de industrias productoras de biodiésel permite un mayor desarrollo del sector productivo, con activación de las economías rurales y la consecuente generación de puestos de trabajo. La cadena productiva adquiere mayor valor, debido a una mayor producción de cereales y oleaginosas con fines energéticos.

Otro punto importante es que el costo de producción de biodiésel está conformado en gran medida por el precio de la materia prima, y en este sentido la provincia de Santa Fe posee la gran ventaja de tener enormes oportunidades para el desarrollo de los cultivos asociados a este biocombustible, con niveles de rendimiento por hectárea tradicionalmente altos. Además, a la vera del río Paraná, se localiza una porción fundamental del complejo oleaginoso más importante del mundo. Se concentran las actividades que incluyen la producción de granos, el transporte, el almacenamiento, la industrialización en aceites crudos y refinados, subproductos de la industria aceitera procesados —pellets— y biodiésel, y la exportación.

En Santa Fe durante 2016 se produjeron 2,1 millones de toneladas de biodiésel de soja, lo que implica una participación de 79 % del total nacional. Prácticamente la totalidad de las empresas de mayor dimensión de la Argentina, es decir, aquellas con una capacidad igual o superior a 100 000 toneladas por año se encuentran en Santa (Gobierno de la provincia de Santa Fe, 2018).

De la producción de biodiésel de soja se obtiene una considerable cantidad de glicerol. El mismo posee amplias posibilidades de aplicación, industrialización y generación de nuevos productos de mayor valor agregado, especialmente en la industria alimenticia, farmacéutica y cosmética. De esta manera, la producción de biodiésel permite agregar valor a los sistemas productivos y genera oportunidades de desarrollo en otras importantes actividades económicas. En la industria aceitera, se generan otros subproductos durante las etapas de purificación del aceite, ya sea para ser usado como comestible o en la industria oleoquímica. Uno de esos subproductos son los residuos del desgomado, que contienen fosfolípidos, aceite, y jabones. Estas corrientes pueden ser usadas para obtener biocombustibles de tercera generación y compuestos de mayor valor agregado.

El grupo de trabajo desarrolla actividades de investigación y desarrollo en varias líneas directamente relacionadas con la energía y aprovechamiento de recursos renovables. En el tema de biodiésel, se han desarrollado procesos para mejorar la calidad del combustible y que facilite su utilización en mayores porcentajes de mezcla con gasoil. Por ejemplo, se ha patentado y transferido al sector industrial, un proceso para reducir el nivel de contaminantes como los glucósidos esteroides, mejorando una propiedad muy importante del combustible, y que refiere a la presencia de sólidos que conducen al tapado de filtros.

Este proceso también reduce el nivel de monoglicéridos, mejorando sustancialmente el comportamiento en frío del biodiésel, solucionando así una de las principales desventajas de este combustible renovable comparado con el tradicional gasoil (Mendow y Querini, 2014). Se han obtenido también desarrollos de plantas en baja escala, dedicadas a autoconsumo, que son las únicas que cumplen las normas de seguridad y calidad exigidas en la normativa vigente. Existen ya varias plantas en funcionamiento en el país provistas por este grupo de trabajo.

Otra línea relacionada con los complejos oleaginosos, es el aprovechamiento de los residuos del desgomado de aceites. Se ha presentado una patente en la cual se introducen novedosos métodos para la utilización de estas corrientes, para obtener biocombustibles de tercera generación (a partir de residuos), de manera totalmente amigable con el ambiente (Pisarello *et al.*, patente en gestión). Estos procesos permitirían recuperar compuestos valiosos presentes en este subproducto, como el inositol. Actualmente se trabaja también en este último aspecto.

La utilización de etanol para la producción de biodiésel también ha sido abordada, habiéndose logrado desarrollar procesos que permiten obtener el biodiésel en la forma de etilesteres, logrando de esta manera obtener un combustible 100 % renovable, mejorando las propiedades y estimulando la instalación de plantas de bioetanol.

Como se describe en el siguiente apartado, otra línea en la cual el grupo desarrolla actividades de investigación en bioenergía, involucra el estudio de los procesos de producción de *bio-oil*, combustible renovable obtenido por pirolisis de residuos lignocelulósicos. Este tipo de residuos se genera en cantidad tanto en el país, como en la provincia, por lo que resulta de gran interés la generación de capacidades para el desarrollo de procesos destinados a la obtención de estos biocombustibles de segunda generación.

En el aprovechamiento de glicerina se ha estado trabajando desde un punto de vista fundamental, para obtener compuestos de valor para su utilización como materia prima en la elaboración de productos de alta demanda, o para obtener aditivos de combustibles (Lago *et al.*, 2018).

La acetilación de la glicerina para obtener di y triacetinas tanto con catálisis homogénea como heterogénea, ha sido abordada en los últimos años. Estos compuestos tienen numerosas aplicaciones, una de ellas es como aditivo del gasoil/biodiésel, para mejorar las propiedades del combustible, particularmente su comportamiento en frío. También se está trabajando en la esterificación de ácidos grasos con glicerina de manera de usar esta reacción para reducir la acidez de aceites, de biodiésel, o para aprovechar corrientes de

bajo valor de las biorefinerías (oleínas) para generar di y triglicéridos. En esta línea, también se trabaja en conexión con empresas interesadas en la temática (Dalla Costa *et al.*, 2017).

Otro producto de interés derivado del aprovechamiento de estas corrientes generadas en las biorefinerías, son el glicerol formal y el glicerol formal esterificado, que son productos de aplicaciones diversas, por ejemplo, como vehículos para fármacos en veterinaria. Se está generando capacidad para estudiar las reacciones y procesos y desarrollar nuevas metodologías de producción.

Conclusiones y recomendaciones

Como se mencionó, la provincia tiene un gran potencial para la producción de biocombustibles dada su ubicación estratégica como polo agroindustrial. Son numerosas las razones que justifican la inversión en innovación y tecnología del proceso de producción de biodiésel, contribuyendo a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, como así también de las emisiones de dióxido de azufre. Apoyada por la normativa, el sector ha tenido un importante y sostenido desarrollo, que debe continuar con el apoyo del sector público–privado.

Todas las líneas de investigación mencionadas han tenido una fuerte componente de aportes del sector industrial. El grupo de trabajo ha transferido a numerosas empresas los conocimientos generados a través de los años, y que incluyen métodos analíticos, mejoras en procesos, formación de recursos humanos de empresas, nuevas tecnologías, y nuevos procesos.

Esto muestra que no solo es necesaria la participación del sector privado en el desarrollo de tecnologías a través del financiamiento de las líneas de trabajo, sino que también es posible y, sobre todo, imprescindible para identificar los problemas a resolver y oportunidades de desarrollos. Desde el punto de vista del Estado, se debe facilitar esta cooperación entre el sector científico y el privado a través de incentivos a la inversión en ciencia y tecnología. También es importante que el Estado nacional y los estados provinciales orienten líneas de financiamiento a temas que se identifiquen como prioritarios. Para esto, es importante que se trabaje en forma conjunta entre los sectores gubernamental, académico y privado.