

Biocombustible a partir de Grasas Animales por transesterificación catalítica enzimática: Obtención y Caracterización

Autores: Garib Dow Monagas, Yufran Castro Yanez y Silvia Acuña Dutra

Universidad Metropolitana

RESUMEN

Actualmente existe una mala deposición de residuos orgánicos usados en grandes industrias alimenticias, carnicerías y cadenas de automercados, así como también el déficit de nuevas fuentes de energía alternativa que pueda sustituir a los actuales combustibles fósiles. Estos restos orgánicos muchas veces son desechados, teniendo propiedades importantes que pueden ser aprovechadas en distintos procesos. Esta investigación tuvo como propósito realizar la conversión de grasas animales en biocombustible para su uso como fuente de energía en actividades que utilicen este tipo de sustancia. La metodología en esta investigación es cuantitativa y de tipo explicativo y descriptivo. El método empleado para la obtención del biodiesel fue la transesterificación catalítica vía enzimática de ácidos grasos presentes en las grasas animales provenientes de restos animales, utilizando etanol para la reacción, terbutanol como solvente y lipasas como catalizador enzimático. Se recolectaron muestras de restos de animales beneficiados en cadenas de automercados, carnicerías, etc., y se determinaron las características fisicoquímicas de sus grasas como el índice de ácidos grasos libres, índice de saponificación, índice de acidez, índice de peróxido, índice de yodo y densidad. A partir de este resultado se llevó a cabo el proceso de producción de biocombustible teniendo un rendimiento de reacción del 63% para la grasa de cerdo, 68% para la grasa de pollo y 67% para la grasa de res, donde el combustible obtenido a partir de la grasa de cerdo y de pollo cumple con los estándares establecidos para esta sustancia, no así el proveniente de res. Además, se identificó que el principal producto secundario de la reacción es la glicerina.

Palabras Claves: grasas animales, biodiesel, transesterificación enzimática, biocombustible

Biocombustible a partir de Grasas Animales por transesterificación catalítica enzimática: Obtención y Caracterización

Autores: Garib Dow Monagas, Yufran Castro Yanez y Silvia Acuña Dutra
Universidad Metropolitana

RESUMEN EXTENDIDO

INTRODUCCIÓN

El surgimiento de la industria y nuevas tecnologías demandan una gran cantidad de energía que debe ser generada a partir de los distintos recursos renovables y no renovables que se poseen, pero que en su mayoría es generada a partir de fuentes fósiles como el gas natural y el petróleo (Emweremadu y Mbarawa, 2009).

En búsqueda de una fuente de energía más económica para las naciones no productoras de combustibles fósiles, se ha invertido una gran cantidad de recursos para generar nuevas fuentes de energía, teniendo como finalidad secundaria reducir el alto impacto ambiental que generan dichos combustibles. Como consecuencia a todo esto, ha surgido el posible aprovechamiento de aceites vegetales y animales para la producción de un combustible llamado biodiesel o biocombustible. Muchas investigaciones han estudiado como producir biodiesel a través del método de transesterificación partiendo de la reacción de aceites vegetales o en algunos casos de grasas animales, con etanol para formar ésteres y glicerol usando un catalizador para aumentar el rendimiento y la velocidad de la reacción (Fangrui y Milford, 1999). Todo esto, con la finalidad de conseguir un combustible que pueda ser aprovechado para la locomoción y la generación de energía a baja escala, como medida de sustitución de los combustibles fósiles no renovables.

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es desarrollar un biocombustible a partir grasas animales de residuos orgánicos, por el método de transesterificación catalítica enzimática, con el fin de evaluar el mismo de acuerdo a los estándares vigentes.

Como objetivos específicos se tuvo caracterizar la grasa animal utilizada para la obtención del biodiesel, con la finalidad de conocer sus propiedades fisicoquímicas y sintetizar biodiesel a partir de grasas animales por el método de transesterificación catalítica enzimática, con la finalidad de establecer la grasa que proporciona mayor rendimiento y si el biocombustible cumple con la

normativa de calidad para este producto.

MARCO TEÓRICO

Las grasas y sus características

Las grasas o lípidos se definen químicamente como sustancias orgánicas insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos. Comprenden productos tales como triglicéridos o grasas neutras, lípidos estructurales, ceras, ácidos grasos libres y jabones cálcicos (Mateos, Medel y Rebollar, 1996). Las grasas están constituidas básicamente por glicerina y ácidos grasos. Los ácidos grasos pueden ser saturados (cuando no contienen dobles ni triples enlaces entre los átomos de carbono) o insaturados (cuando contienen uno o más dobles o triples enlaces entre los átomos de carbono) (Arango, 2002).

Comúnmente, las grasas se clasifican en aceites y mantecas. Los aceites son líquidos a temperatura ambiente y contienen una mayor proporción de ácidos grasos insaturados, mientras que las mantecas son sólidas a temperatura ambiente y contienen mayor cantidad de ácidos grasos saturados (Castro, 2007). Dentro de las grasas de origen animal tenemos grasas poliinsaturadas (origen marino), grasas insaturadas (grasa de aves), moderadamente insaturadas (manteca porcino), saturadas (sebo vacuno) y mezclas de todas las anteriores (Mateos, Medel y Rebollar, 1996).

Los aceites y grasas pueden ser caracterizados según sus propiedades físicas (humedad, densidad, viscosidad,) o químicas (índice de acidez, índice de yodo, índice de peróxido, índice de saponificación). La determinación de las propiedades químicas mencionadas se rige primordialmente por los métodos establecidos por la American Oil Chemistry Society. El índice de ácidos grasos libres en el método AOCS Ca 5a-40 (2009); el índice de yodo en el método AOCS Cd 1-25 (2017); el índice de peróxido en el método AOCS Ja 8-87 (2017) y el índice de saponificación en el método AOCS Cd 3-25 (2017). Por otra parte, la densidad de las grasas se determina a 50°C utilizando un densímetro y la humedad siguiendo la metodología descrita en la norma COVENIN 704:1996.

Según la American Society of Testing Materials (ASTM), el biodiesel es una mezcla de ésteres de ácidos grasos saturados e insaturados de diferentes masas moleculares relativas, derivados de la transesterificación de aceites o grasas biológicas. El biodiesel presenta características similares al diésel, por lo que puede ser un buen sustituto como combustible de motores de combustión interna (Encinar et al., 2011). Las propiedades del biodiesel deben cumplir con ciertos estándares que están establecidos en la norma ASTM D6751 por la American Society of Testing Materials y en la norma COVENIN 662 de la Comisión Venezolana de Normas Industriales.

Transesterificación

La transesterificación es la reacción de una grasa o aceite con un alcohol como etanol o metanol para formar ésteres (biodiesel) y glicerol como principal producto secundario. En este proceso usualmente se utiliza un catalizador para mejorar el rendimiento y la velocidad de la reacción, los cuales pueden ser alcalinos como NaOH y KOH, ácidos o enzimas como la lipasa. Para llevar a cabo la reacción de transesterificación, estequiométricamente, es necesaria una relación 3:1 entre el alcohol y los triglicéridos. Como la reacción de transesterificación es reversible, se debe utilizar un exceso de alcohol (Demirbas, 2008).

Convencionalmente el biodiesel se produce utilizando catalizadores básicos, los cuales presentan problemas de recuperación del catalizador y corrosión. Aunque la transesterificación por catálisis básica tiene un alto rendimiento tiene varios inconvenientes; presenta un alto consumo energético, la recuperación del glicerol es difícil, se producen efluentes alcalinos, que deben ser tratados antes de verterlos a los desagües (Meher et al, 2006). La transesterificación vía enzimática, la cual utiliza enzimas lipazas como catalizador, es un método que permite catalizar la transesterificación de los triglicéridos superando los problemas previamente mencionados (Castro, 2007). En la reacción de transesterificación catalítica enzimática se recomienda utilizar una relación 4:1 entre el alcohol y la grasa (Sandoval et al., 2001); la cual será la empleada en la presente investigación; utilizando etanol como alcohol, terbutanol como solvente y grasa de cerdo, de pollo y de res como materia prima.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta investigación se dividió en dos fases, la primera donde se analizaron las grasas de diferentes animales (pollo, cerdo y res) para caracterizarla a través de indicadores comunes encontrados en otros trabajos; y la segunda fase el análisis del biodiesel obtenido después de someter a cada grasa al proceso de transesterificación catalítica enzimática.

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la caracterización que se obtuvo para cada una de las grasas analizadas en los parámetros indicados.

Tabla 1. Caracterización de las grasas estudiadas.

	Índice de acidez (g/100g)	Índice de yodo (g/100g)	Índice de peróxido (mEq/kg)	Índice de saponificación (mgKOH/g)	Densidad (g/cc)	Humedad (%)
Cerdo	0,182	63,36	6,0	191,43	0,8740	0,0308
Pollo	0,755	70,94	27,07	194,76	0,8936	0,0399
Res	1,139	36,40	3,67	197,73	0,8847	0,0405

Fuente: Elaboración propia.

Un alto índice de acidez tanto en la grasa como en el biodiesel obtenido se relacionan con posibles depósitos en el sistema del combustible y una menor vida útil de bombas y filtros dentro del motor (Castro, 2007). En este sentido, el biodiesel obtenido a partir de la grasa de res producirá un biocombustible más limpio desde el punto de vista de este índice. Sin embargo, para la transesterificación catalítica enzimática desarrollada en esta investigación, el índice de acidez no afectará la calidad del biodiesel obtenido, debido a que, al no ser utilizados compuestos alcalinos, se minimiza la formación de jabones (Zhang et al., 2003).

Por otro lado, se sabe que a menor índice de yodo se obtendrá un biodiesel con mayor índice de cetano, lo cual indica una mejor estabilidad a la oxidación y por lo tanto un biodiesel con mejor calidad de combustión (Castro, P., 2007). Haciendo la comparación de las grasas animales para este índice en específico, se puede decir que el biodiesel producido a partir de la grasa de res tendrá mejores cualidades como combustible desde el punto de vista teórico.

También un mayor índice de peróxido presente en la muestra de grasa genera un mayor índice de cetano lo cual mejora el rendimiento del biocombustible. Sin embargo, altos niveles de oxidación forman partículas que obstruyen el sistema de inyección y originan la corrosión de los componentes metálicos del motor. Dada la importancia de evitar el deterioro del motor es conveniente utilizar grasas de bajo índice de peróxido, por lo que se sugiere el uso de grasas de res y cerdo como materia prima.

Para el Índice de saponificación como en las grasas analizadas se presentaron proporciones de ácidos grasos similares, se espera que los índices de saponificación tengan valores muy cercanos. Este parámetro es importante para determinar la tendencia de producir jabones en presencia de sustancias

alcalinas, pero para evitar que esto ocurra en el proceso de transesterificación del biodiesel, se empleó un catalizador enzimático que no requiere de presencia de bases (Zhang, et al., 2003).

En cambio el agua presente en las muestras de grasa es perjudicial para reacciones de transesterificación catalizadas por hidróxidos alcalinos, por eso es importante controlar la humedad en la materia prima para producir el biodiesel (Canackci y Van Gerpen, 2001). Sin embargo, las muestras de grasa presentan un mínimo contenido de humedad, siendo prácticamente despreciable.

Una vez caracterizadas las grasas se procedió a desarrollar la síntesis del biodiesel, a escala laboratorio, a través de una reacción enzimática a base de lipasa. En la Tabla 2 se muestran los resultados para la caracterización del biodiesel obtenido a partir de cada una de las grasas.

Tabla 2. Caracterización del biodiesel.

	Densidad (g/cc)	Humedad (%)	Viscosidad (cSt a 40°C)	Conversión de la reacción (% v/v)
Cerdo	0,8892	0,0376	3,72	63
Pollo	0,8767	0,0364	4,79	68
Res	-	0,0418	-	67

Fuente: Elaboración propia.

Los valores medidos para la densidad del biodiesel a partir de la grasa de cerdo y la grasa de pollo, cumplen con lo establecido en la norma ASTM D6751 (2007), la cual establece que la densidad del biodiesel debe tener un valor de 7,3 lbs/gal, equivalentes a 0,87 g/ml. No se pudo determinar la densidad del biodiesel a partir de la grasa de res a 15°C como lo establece la norma, puesto que a esta temperatura el biodiesel obtenido se solidificó.

Cabe destacar que el biodiesel obtenido para cada una de las grasas cumple con los estándares establecidos para la humedad en las normas ASTM D6751 y COVENIN 662; los cuales establecen que el porcentaje de humedad para el biodiesel debe ser menor a 0,05% y 0,10% respectivamente. El biodiesel debe tener un bajo porcentaje de humedad para prevenir problemas relacionados a la corrosión del sistema de combustible (Hughey, 2015).

La viscosidad del biodiesel se encuentra entre los rangos establecidos por las normas ASTM D6751 y COVENIN 662. No se pudo determinar la viscosidad del biodiesel a partir de la grasa de res a 40°C como lo establece la norma, puesto que a esta temperatura el biodiesel obtenido se encuentra en estado sólido, esto debido a que el punto de fusión del biodiesel es similar al de la grasa de origen (Gil, 2010).

CONCLUSIONES

La conversión de las grasas de cerdo, pollo y res fueron 63%, 68% y 67% respectivamente, siendo las de pollo y res las que otorgan una mayor producción de biodiesel, pero el biodiesel obtenido de la grasa de res por ser una sustancia que se encuentra en estado sólido lo hace poco atractivo técnicamente.

A excepción del índice de peróxidos, que varía considerablemente en función de las condiciones presentes en el proceso de extracción de las grasas, los índices calculados en la caracterización de las mismas fueron similares a los presentados en investigaciones previas realizadas por distintos autores.

Los parámetros medidos (densidad, humedad y viscosidad) para el biodiesel obtenido a partir de la grasa de cerdo y grasa de pollo se encuentran en los rangos establecidos por las normas ASTM D6751 y COVENIN 662, para su uso como combustible.

REFERENCIAS

- ASTM, (2007). Standard Specification for diesel Fuel Oils D975-07. ASTM International. USA
- Arango, G. (2002). Metabolitos primarios de interés Farmacognóstico. Universidad de Antioquía, Facultad de Química Farmacéutica. Medellín, Colombia.
- Canakci, M., Van Gerpen, J. (2001). Biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids. American Society of Agriculture Engineers. Vol. 44. Pág. 1429-1436.
- Castro, P. (2007). Opciones para la producción y uso de biodiesel. Soluciones Prácticas ITDG. Primera edición. Lima, Peru.
- COVENIN, (1998). Productos derivados del petróleo. Combustibles para motores diésel y gasóleo industrial 662:1998. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Venezuela.
- Demirbas, A. (2008). Biodiesel: A realistic fuel alternative for biodiesel engines. Edit. Springer. Turquía.
- Enweremadu C., y Mbarawa M. (2009). Technical aspects of production and analysis of biodiesel from used cooking oil: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol.13. Pág. 2205-2224.
- Encinar, J., Sánchez, N., Martínez, G. y García, L. (2011). Study of biodiesel production from animal fats with high free fatty acid content. Bioresource Technology. Vol 102. Pág. 10907-10914.

- Fangrui, M., Milford, A. H. (1999). Biodiesel production: a review. *Bioresource Technology*. Nebraska: Elsevier Science B. Vol.70. Pág. 1-15.
- Hughey, A. (2015). Especificación ASTM Combustible Diésel. *ALS Tribology*. Nevada, Estados Unidos. Recuperado de <http://esource.alstribology.com>
- Mateos, G., Medel, P. y Rebollar, P. (1996). Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: Grasas puras y mezclas. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.
- Meher, L., Sagar, D., Naik, S. (2004). Technical aspects of biodiesel production by transesterification: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier Ltd. Nueva Delhi. Pág. 248-268.
- Sandoval G, Condoret JS, Marty A. 2001. Thermodynamic Activity Based Enzyme Kinetics: an efficient tool for nonaqueous enzymology. *AIChE*. Vol. 47. Pág. 718-726.
- Zhang, Y., Dubé, M.A., McLean, D.D., Kates, M. (2003). Biodiesel production from waste cooking oil. Process desing and technological assessment. *Bioresource Technology*. Elsevier Science Ltd. Vol.89. Pág. 1-16.