

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

[DOI 10.35381/cm.v12i2.2245](https://doi.org/10.35381/cm.v12i2.2245)

**Biodiesel a partir de aceites de frituras usados en familias del conjunto
Zuitama, Risaralda, Colombia**

**Biodiesel from used cooking oil in households in the Zuitama housing
complex, Risaralda, Colombia**

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez
estefania.rosero@utp.edu.co
Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Cesar
Colombia
<https://orcid.org/0009-0000-3929-5086>

Jinette Gabriela Labrador-Fernández
jinetelabrador@gmail.com
Universidad del Zulia, Maracaibo, Zulia
Venezuela
<https://orcid.org/0000-0002-9475-6524>

Recepción: 15 de abril 2026
Revisado: 26 de junio 2026
Aprobación: 15 de agosto 2026
Publicado: 01 de septiembre 2026

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

RESUMEN

La presente investigación tuvo explicar la obtención de biodiésel a partir de aceites de fritura usados recolectados en las familias del conjunto Zuitama mediante la aplicación de un método artesanal. Teóricamente, se fundamentó en la transesterificación de aceites residuales y el rendimiento de la síntesis. Metodológicamente el estudio se desarrolló bajo enfoque cuantitativo, alcance explicativo y diseño experimental en contexto de laboratorio; la materia prima procedió de veinte (20) familias. Se aplicó observación estructurada mediante lista de cotejo y ficha de rendimiento. Los resultados evidenciaron casi la totalidad de cumplimiento del método artesanal y un rendimiento de la mitad, al obtenerse 250 mL de biodiésel a partir de 500 mL de aceite residual. Se concluye que el método artesanal permitió obtener biodiésel a partir de los aceites de fritura usados, aunque el rendimiento alcanzado fue de la mitad del proceso.

Descriptores: Rendimiento; aceite vegetal; desecho; combustible; ayuda familiar. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

The purpose of this study was to explain the production of biodiesel from used cooking oil collected from households in the Zuitama housing complex using a traditional method. Theoretically, the study was based on the transesterification of waste oils and the yield of the synthesis. Methodologically, the study was conducted using a quantitative approach, with an explanatory scope and an experimental design in a laboratory setting; the raw material was sourced from twenty (20) households. Structured observation was applied using a checklist and a yield record sheet. The results showed nearly complete adherence to the artisanal method and a yield of half, with 250 mL of biodiesel obtained from 500 mL of waste oil. It is concluded that the artisanal method made it possible to produce biodiesel from used cooking oil, although the yield achieved was half that of the process.

Descriptors: Yield; vegetable oil; waste; fuel; family assistance. (UNESCO Thesaurus).

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de fuentes energéticas sostenibles y el aprovechamiento de residuos se han convertido en alternativas frente a los efectos ambientales asociados al uso de combustibles fósiles. En este contexto, los aceites de fritura usados constituyen una materia prima con potencial para la producción de biodiésel, debido a que su transformación permite recuperar un residuo doméstico e incorporarlo nuevamente a un proceso de valorización energética. Al respecto, la literatura reciente reconoce que los aceites residuales pueden emplearse como materia prima para la producción de biodiésel mediante transesterificación, favoreciendo tanto su aprovechamiento como la generación de una fuente energética alternativa (Pérez-Bravo et al., 2022; Monika et al., 2023).

No obstante, la transformación de estos aceites está condicionada por las características de la materia prima y las condiciones de reacción. La presencia de agua y ácidos grasos libres, así como el tipo de aceite utilizado, pueden interferir en la transesterificación y disminuir la eficiencia de conversión; de igual manera, parámetros como la temperatura, el tiempo de reacción, la proporción alcohol/aceite y el catalizador empleado repercuten sobre el rendimiento final del biodiésel (Monika et al., 2023; Pérez-Bravo et al., 2022).

En Colombia, el aprovechamiento de aceites de fritura usados adquiere relevancia debido a la posibilidad de transformar un residuo doméstico en materia prima para la producción de biocombustibles. Santander-Bossio et al. (2025) sostienen que la producción de biodiésel a partir de aceite usado constituye una alternativa ambiental y económica, debido a que su aprovechamiento favorece la reducción de residuos y permite disponer de una fuente accesible para la obtención del biocombustible. En esta misma dirección, estudios recientes realizados en el país evidencian que el aceite de cocina usado posee potencial para su conversión mediante transesterificación, lo que fortalece su incorporación en estrategias de economía circular y valorización energética de residuos (Santander-Bossio et al., 2025).

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

Sin embargo, la existencia de materia prima disponible no garantiza por sí sola una conversión eficiente. La literatura señala que las características del aceite residual y las condiciones aplicadas durante la transesterificación pueden modificar la eficiencia del proceso y, por consiguiente, el rendimiento alcanzado (Ghosh et al., 2024). Esta relación adquiere especial importancia cuando la producción se realiza a pequeña escala, debido a que variaciones en el pretratamiento, la temperatura, el catalizador o las condiciones de reacción pueden generar diferencias en la cantidad de biodiésel finalmente recuperada.

En el contexto de Risaralda, los antecedentes revisados reconocen la disponibilidad de aceites residuales como materia prima susceptible de aprovechamiento; no obstante, en Dosquebradas no se identificaron estudios documentados que vincularan específicamente la recolección domiciliaria de aceites de fritura usados con su transformación artesanal en biodiésel. Esta ausencia de evidencia local genera la necesidad de determinar si la aplicación de un método artesanal a los aceites recolectados en las familias del conjunto Zuitama permite obtener biodiésel y, a su vez, establecer el rendimiento derivado del proceso de síntesis.

El fundamento teórico de la obtención de biodiésel a partir de aceites de fritura usados se sustenta principalmente en la reacción de transesterificación, mediante la cual los triglicéridos presentes en los aceites reaccionan con un alcohol en presencia de un catalizador para producir ésteres que conforman el biodiésel. Pérez-Bravo et al. (2022) explican que las condiciones bajo las cuales se desarrolla esta reacción inciden en el rendimiento alcanzado, debido a que la materia prima, el tipo de catalizador y las condiciones de operación modifican la eficiencia del proceso. En consecuencia, la aplicación adecuada de las etapas que conforman el método de obtención puede favorecer la transformación del aceite residual y producir diferencias en la cantidad de biodiésel recuperado.

Desde esta perspectiva, el método artesanal aplicado a los aceites de fritura usados, asumido como variable independiente, comprende las etapas necesarias para acondicionar la materia prima y desarrollar la reacción de transesterificación, entre

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

ellas filtrado y decantación, secado térmico, preparación del catalizador, transesterificación, separación de fases, lavado y secado final. En la investigación, estas etapas constituyen las condiciones aplicadas al aceite residual cuya ejecución puede incidir en la obtención de biodiésel, considerada como variable dependiente y expresada mediante el volumen recuperado y el porcentaje de rendimiento. La literatura reporta que las condiciones de operación de la transesterificación producen variaciones importantes en los rendimientos obtenidos a partir de aceites residuales, lo que sustenta la necesidad de analizar la eficiencia alcanzada bajo las condiciones específicas del proceso empleado (Pérez-Bravo et al., 2022).

La importancia del estudio reside en que el aprovechamiento de los aceites de fritura usados para la obtención de biodiésel puede generar un doble efecto ambiental: disminuir la disposición inadecuada de un residuo doméstico y favorecer su reincorporación como materia prima en la producción de un biocombustible. En Colombia, Santander-Bossio et al. (2025) destacan que la valorización energética de los aceites de cocina usados mediante transesterificación contribuye a los principios de economía circular, al transformar un residuo potencialmente contaminante en un recurso susceptible de aprovechamiento energético. En este sentido, estudiar la aplicación de un método artesanal en el conjunto Zuitama permite tener evidencia acerca de las posibilidades de transformación de los aceites residuales producidos en los hogares y, al mismo tiempo, ostentar el rendimiento alcanzado bajo las condiciones experimentales establecidas.

A partir de la situación planteada surgieron las siguientes interrogantes: ¿Cuál es el método que se utiliza para la obtención artesanal del biodiésel a partir de aceites de fritura usados en las familias del conjunto Zuitama? y ¿Cuál es el porcentaje de rendimiento del biodiésel obtenido a partir de los aceites de fritura usados en las familias del conjunto Zuitama? Estas interrogantes permitieron orientar el estudio hacia la relación entre las condiciones aplicadas durante el método artesanal y la obtención del producto resultante. En correspondencia con las interrogantes formuladas, se estableció como objetivo general explicar la obtención de biodiésel a

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

partir de aceites de fritura usados recolectados en las familias del conjunto Zuitama mediante la aplicación de un método artesanal. Para su alcance se plantearon como objetivos específicos: describir el método utilizado de manera artesanal para obtener biodiésel a partir de aceites de fritura usados en las familias del conjunto Zuitama y analizar el porcentaje de rendimiento del biodiésel obtenido a partir de los aceites de fritura usados en las familias del conjunto Zuitama.

MÉTODO

La investigación se desarrolló bajo el paradigma positivista, con enfoque cuantitativo y alcance explicativo, debido a que estuvo orientada a explicar la obtención de biodiésel a partir de aceites de fritura usados mediante la aplicación de un método artesanal. Se asumió un diseño experimental, desarrollado en un contexto de laboratorio, dado que se intervino deliberadamente la variable independiente con el propósito de observar sus efectos sobre la variable dependiente. Esta orientación se corresponde con Hernández y Mendoza (2018), quienes señalan que los diseños experimentales implican la manipulación intencional de una o más variables independientes para analizar las consecuencias producidas sobre una o más variables dependientes; asimismo, Arias (2012) sostiene que la investigación experimental somete un objeto a determinadas condiciones o tratamiento para observar los efectos que se producen.

La población de interés estuvo constituida por los aceites de fritura usados generados en las familias del conjunto Zuitama, Risaralda, Colombia. La materia prima experimental correspondió a los aceites residuales recolectados en 20 familias del referido conjunto, los cuales fueron utilizados posteriormente en los ensayos de transformación. En este contexto, las familias representaron la fuente de procedencia de la materia prima, mientras que la unidad experimental estuvo constituida por el aceite residual sometido al procedimiento artesanal en cada ensayo. Durante la fase de laboratorio se efectuaron tres ensayos de obtención de biodiésel, de los cuales uno

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

culminó con la recuperación efectiva del producto final y permitió determinar su rendimiento.

De acuerdo con Arias (2012), las variables pueden clasificarse atendiendo a su naturaleza, estructura, función y nivel de medición, características que orientan su operacionalización y el tratamiento de los datos. En este estudio, la variable independiente método artesanal aplicado a los aceites de fritura usados se consideró de naturaleza cuantitativa discreta, por expresarse mediante valores contables derivados del cumplimiento de los criterios establecidos; compleja, por comprender diversos indicadores correspondientes a las etapas del proceso; e independiente, por constituir la condición aplicada para producir el efecto esperado. Sus indicadores se registraron en escala nominal dicotómica mediante las categorías *cumple* y *no cumple*. Por su parte, la variable dependiente obtención de biodiésel se clasificó como cuantitativa continua, al medirse mediante el volumen obtenido; compleja, por integrar el volumen inicial, el volumen final y el rendimiento; y dependiente, por representar el efecto observado como resultado de la aplicación del método artesanal. Su medición se realizó en escala de razón, mediante valores expresados en mililitros y porcentaje de rendimiento.

A partir de esta clasificación, en la Tabla 1 se presenta la operacionalización de las variables en correspondencia con los objetivos específicos, dimensiones e indicadores del estudio:

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

Tabla 1.
Operacionalización de las variables.

Objetivo general: Explicar la obtención de biodiésel a partir de aceites de fritura usados recolectados en las familias del conjunto Zuitama mediante la aplicación de un método artesanal.			
Objetivos específicos	Variables	Dimensiones	Indicadores
Describir el método utilizado de manera artesanal para obtener biodiésel a partir de aceites de fritura usados en las familias del conjunto Zuitama	VI: método artesanal aplicado a los aceites de fritura usados	Método artesanal	Filtrado y decantación del aceite; secado térmico; preparación del catalizador; transesterificación; separación de fases por decantación; lavado del biodiésel; secado final.
Analizar el porcentaje de rendimiento del biodiésel obtenido a partir de los aceites de fritura usados en las familias del conjunto Zuitama	VD: obtención de biodiésel	Rendimiento / eficiencia de la síntesis	Volumen inicial de aceite (mL); volumen final de biodiésel obtenido (mL); porcentaje de rendimiento (%).

Elaboración: Los autores.

En correspondencia con el alcance explicativo de la investigación, se estableció un sistema de hipótesis derivado de las interrogantes formuladas y articulado con las dimensiones de las variables objeto de estudio. De esta manera, cada pregunta de investigación dio lugar a una hipótesis susceptible de contrastación mediante la evidencia obtenida en la fase experimental. La primera se vinculó con la dimensión método artesanal de la variable independiente y con el primer objetivo específico; mientras que la segunda correspondió a la dimensión rendimiento/eficiencia de la síntesis de la variable dependiente y al segundo objetivo específico. Esta correspondencia permitió mantener la coherencia entre interrogantes, hipótesis, variables, dimensiones y objetivos, tal como se presenta en la siguiente:

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

Tabla 2.
Sistema de hipótesis.

Pregunta de investigación	Hipótesis de investigación (Hi)	Dimensión
¿Cuál es el método que se utiliza para la obtención artesanal del biodiésel a partir de aceites de fritura usados en las familias del conjunto Zuitama?	El método artesanal aplicado a los aceites de fritura usados permite la obtención de biodiésel en las familias del conjunto Zuitama	Método artesanal
¿Cuál es el porcentaje de rendimiento del biodiesel obtenido a partir de los aceites de fritura usados en las familias del conjunto Zuitama?	El porcentaje de rendimiento del biodiésel depende de la eficiencia de la síntesis a partir de los aceites de fritura usados en las familias del conjunto Zuitama	Rendimiento/eficiencia de la síntesis

Elaboración: Los autores.

La técnica utilizada para la recolección de los datos fue la observación estructurada del proceso experimental. Como instrumento se empleó una lista de cotejo, integrada por 21 criterios derivados de las etapas establecidas para el método artesanal, registrados mediante las alternativas cumple y no cumple. Asimismo, se utilizó una ficha de rendimiento destinada a registrar el volumen inicial del aceite procesado y el volumen final de biodiésel recuperado. El procedimiento experimental comprendió las etapas de filtrado y decantación del aceite, secado térmico, preparación del catalizador, transesterificación, separación de fases por decantación, lavado del biodiesel y secado final.

Para el procesamiento de los datos se empleó estadística descriptiva, en correspondencia con la naturaleza y escala de medición de los datos obtenidos. Los resultados de la lista de cotejo fueron organizados mediante frecuencias absolutas y relativas expresadas en porcentajes, lo que permitió determinar el nivel de cumplimiento de los criterios establecidos para cada etapa del método artesanal. Por

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

su parte, el rendimiento del biodiésel se calculó mediante la relación entre el volumen final de biodiésel recuperado y el volumen inicial de aceite procesado, multiplicada por cien:

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{Volumen del biodiésel final}}{\text{Volumen de aceite inicial}} \times 100$$

Las hipótesis de investigación fueron contrastadas a partir de la evidencia obtenida durante el proceso experimental, considerando el cumplimiento del método, la recuperación efectiva del biodiésel y el rendimiento alcanzado.

RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados derivados de la fase experimental de la investigación, orientada a explicar la obtención de biodiésel a partir de aceites de fritura usados recolectados en las familias del conjunto Zuitama mediante la aplicación de un método artesanal. Para ello, se empleó una lista de cotejo que permitió registrar de manera sistemática cada una de las etapas del proceso experimental desarrollado en el laboratorio, desde el pretratamiento del aceite hasta la obtención del biodiésel. Asimismo, se presenta el análisis del porcentaje de rendimiento obtenido como indicador de la eficiencia del proceso. Los resultados se organizan en correspondencia con los objetivos específicos del estudio, iniciando con la descripción del método artesanal empleado y finalizando con el análisis del rendimiento del biodiésel obtenido. A continuación, se presentan los resultados correspondientes a cada fase del proceso experimental:

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

Tabla 3
 Materia prima empleada en el proceso experimental.

Características	Resultados observados
Tipo de aceite utilizado	Aceites residuales de cocina y aceites mezclados (grasas animales)
Aceite vegetal virgen	No utilizado
Contenido de agua	Seco
Color	Ámbar
Índice de acidez	No determinado

Elaboración: Los autores.

La materia prima utilizada para la obtención artesanal del biodiésel correspondió principalmente a aceites de fritura usados recolectados en 20 familias del conjunto Zuitama, predominando los aceites residuales de cocina y aceites mezclados. Durante la caracterización inicial se observó una coloración ámbar y ausencia de humedad visible, condiciones favorables para el desarrollo del proceso de transesterificación. No fue posible determinar el índice de acidez debido a limitaciones de laboratorio; sin embargo, esta situación no impidió la ejecución del procedimiento experimental. Una vez caracterizada la materia prima empleada en el proceso experimental, se procedió a la aplicación del método artesanal para la obtención de biodiésel. Los resultados del cumplimiento de las etapas del proceso se presentan a continuación:

Tabla 4
 Método artesanal para la obtención de biodiésel a partir de aceites residuales de frituras.

Indicador de observación	Aspectos evaluados	Cumple	No cumple	% de cumplimiento
Filtrado y decantación del aceite	3	3	0	100
Secado térmico	3	2	1	66,67

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

Preparación del catalizador	3	2	1	66,67
Transesterificación	3	3	0	100
Separación de fases por decantación	3	3	0	100
Lavado del biodiésel	3	3	0	100
Secado final	3	3	0	100
Total	21	19	2	90,48

Elaboración: Los autores.

Los resultados presentados en la Tabla 4 evidencian un cumplimiento general del 90,48 % en la ejecución del método artesanal para la obtención de biodiésel, al verificarse satisfactoriamente 19 de los 21 aspectos evaluados. Las etapas de filtrado y decantación del aceite, transesterificación, separación de fases por decantación, lavado del biodiésel y secado final alcanzaron un cumplimiento del 100 %, mientras que el secado térmico y la preparación del catalizador registraron un 66,67 %. No obstante, estas observaciones no impidieron la obtención del biodiésel mediante el procedimiento artesanal aplicado.

Durante la fase experimental se realizaron tres ensayos utilizando aceites de fritura usados recolectados en las familias participantes del conjunto Zuitama. De ellos, únicamente uno permitió obtener el producto final, empleándose aproximadamente 500 mL de aceite residual para producir cerca de 250 mL de biodiésel, equivalente a un rendimiento aproximado del 50 %. Los dos ensayos restantes presentaron dificultades en la separación de fases y una mayor coloración del aceite utilizado, lo que sugiere diferencias en la calidad de la materia prima empleada. A continuación, se presentan evidencias fotográficas de las principales etapas del proceso artesanal de obtención del biodiésel desarrollado durante la fase experimental de la investigación:

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

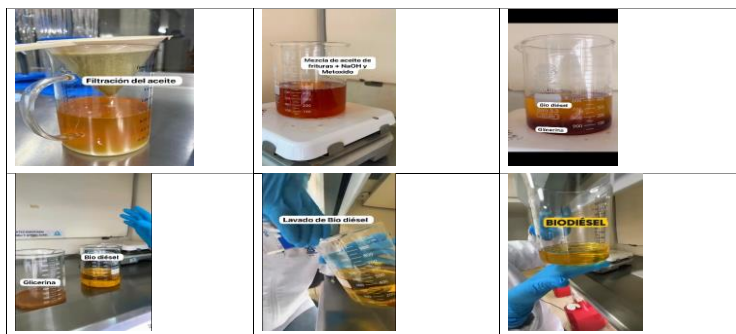


Figura 1. Principales etapas del proceso artesanal para la obtención de biodiésel a partir de aceites de fritura usados.

Elaboración: Los autores.

Una vez verificado el cumplimiento de las etapas del método artesanal, se procedió a analizar el porcentaje de rendimiento del biodiésel obtenido a partir de los aceites de fritura usados recolectados en las familias del conjunto Zuitama. Para ello, se relacionó el volumen final de biodiésel producido con el volumen inicial de aceite residual empleado en el proceso, mediante la ecuación empleada por Rodríguez Bustamante et al. (2022):

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{Volumen del biodiésel final}}{\text{Volumen de aceite inicial}} \times 100$$

La aplicación de esta ecuación permitió establecer que, a partir de 500 mL de aceite residual, se obtuvieron aproximadamente 250 mL de biodiésel, lo que corresponde a un rendimiento del 50 %. Estos resultados se presentan en la Tabla siguiente:

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

Tabla 5

Rendimiento del biodiésel obtenido mediante el método artesanal.

N o	Criterio	Explicación breve	Escala / campo	Observaciones
1	Volumen de aceite inicial	Cantidad antes del proceso	ml	500
2	Volumen de biodiésel final	Cantidad obtenida final	al ml	250
3	Rendimiento calculado	(ml biodiésel / ml aceite) × 100	%	50

Elaboración: Los autores.

La aplicación de la ecuación permitió determinar que, a partir de 500 mL de aceite residual empleado durante el proceso experimental, se obtuvieron aproximadamente 250 mL de biodiésel, equivalente a un rendimiento del 50 % (Tabla 5). Este resultado evidencia que el método artesanal permitió la obtención efectiva de biodiésel a partir de aceites de fritura usados; sin embargo, el rendimiento alcanzado fue inferior al reportado por Freedman et al. (1984), quienes señalan que, bajo condiciones óptimas de reacción, pueden alcanzarse rendimientos cercanos al 90 %. Esta diferencia podría estar asociada a las características de la materia prima utilizada, particularmente al grado de deterioro de algunos aceites residuales, así como a la presencia de humedad, impurezas o elevados contenidos de ácidos grasos libres, factores que afectan la eficiencia de la reacción de transesterificación (Atadashi et al., 2013; Canakci & Van Gerpen, 1999). En consecuencia, los resultados obtenidos demuestran la viabilidad técnica del aprovechamiento de aceites de fritura usados para la producción artesanal de biodiésel, constituyendo una alternativa sostenible para la valorización de este tipo de residuos.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que el método artesanal aplicado permitió desarrollar satisfactoriamente las etapas fundamentales para la obtención de biodiésel a partir de aceites de fritura usados, alcanzando un cumplimiento general del 90,48 %. Este hallazgo demuestra la viabilidad técnica del procedimiento empleado y confirma que es posible transformar un residuo doméstico en un biocombustible mediante un proceso basado en la reacción de transesterificación. Estos resultados son consistentes con lo planteado por Pérez-Bravo et al. (2022), quienes señalan que el éxito de la producción de biodiésel depende del adecuado desarrollo de las etapas de pretratamiento y transesterificación, debido a que estas favorecen la conversión de los triglicéridos en ésteres metílicos y mejoran la calidad del producto final.

De igual manera, los resultados concuerdan con lo reportado por Pérez-Bravo et al. (2022), quienes demostraron que la aplicación de procedimientos artesanales correctamente ejecutados constituye una alternativa técnicamente viable para la producción de biodiésel a pequeña escala a partir de aceites residuales. En este sentido, el cumplimiento alcanzado en las diferentes etapas del proceso evidencia que el pretratamiento del aceite y el control de las condiciones de reacción son determinantes para favorecer la eficiencia de la transesterificación. Al respecto, Monika et al. (2023) señalan que las características del aceite de cocina usado pueden dificultar la reacción de transesterificación, por lo que el acondicionamiento previo de la materia prima constituye un aspecto relevante para favorecer su conversión en biodiésel.

Aunque las etapas de secado térmico y preparación del catalizador presentaron un menor nivel de cumplimiento respecto a las demás fases del proceso, ello no impidió la obtención del biodiésel. Sin embargo, estos resultados permiten inferir que la optimización de dichas etapas podría incrementar la eficiencia del proceso, considerando que la humedad residual y los elevados contenidos de ácidos grasos libres afectan la reacción de transesterificación. En este sentido, Lin y Ma (2021) señalan que la presencia de agua en el aceite disminuye la conversión hacia biodiésel

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

al favorecer reacciones secundarias, mientras que Canakci y Van Gerpen (1999) explican que altos niveles de ácidos grasos libres reaccionan con los catalizadores alcalinos formando jabones, lo que dificulta la separación entre el biodiésel y la glicerina y reduce la eficiencia del proceso.

Desde una perspectiva ambiental, los resultados obtenidos demuestran que el aprovechamiento de aceites de fritura usados constituye una alternativa sostenible para la valorización de residuos domésticos, al reducir su disposición inadecuada y promover la producción de combustibles renovables. Esta interpretación coincide con lo expuesto por Santander-Bossio et al. (2025), quienes sostienen que el uso de aceites residuales favorece la economía circular al reincorporar residuos al ciclo productivo y generar beneficios ambientales, sociales y económicos. Asimismo, Knothe y Razon (2017) destacan que el biodiésel obtenido a partir de materias primas renovables presenta menor toxicidad, alta biodegradabilidad y contribuye a disminuir las emisiones contaminantes asociadas al uso de combustibles fósiles.

En consecuencia, los resultados del presente estudio evidencian que el método artesanal aplicado no solo constituye una alternativa técnicamente viable para la obtención de biodiésel a partir de aceites de fritura usados, sino que también materializa los principios de la química verde propuestos por Anastas y Warner (1998), al promover el uso de materias primas renovables, la reducción de residuos y el desarrollo de procesos con menor impacto ambiental. De esta manera, la producción artesanal de biodiésel implementada en el conjunto Zuitama representa una estrategia de bioeconomía circular que contribuye al aprovechamiento sostenible de residuos domésticos y ofrece una alternativa replicable para otras comunidades interesadas en la producción local de energías renovables.

Contrastación de las hipótesis de investigación

Los resultados obtenidos permitieron contrastar las hipótesis de investigación formuladas en correspondencia con los objetivos del estudio. Respecto a la primera hipótesis, según la cual *el método artesanal aplicado a los aceites de fritura usados*

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

permite la obtención de biodiésel en las familias del conjunto Zuitama, la evidencia experimental mostró un cumplimiento del 90,48 % de los aspectos establecidos para el procedimiento, al verificarse 19 de los 21 criterios contemplados en la lista de cotejo. Las etapas de filtrado y decantación, transesterificación, separación de fases, lavado y secado final alcanzaron un cumplimiento total, mientras que el secado térmico y la preparación del catalizador presentaron cumplimiento parcial. Estas variaciones no impidieron culminar el proceso ni recuperar el biodiésel, por lo que los resultados obtenidos respaldan la hipótesis de investigación en las condiciones experimentales desarrolladas.

En relación con la segunda hipótesis, referida a que *el porcentaje de rendimiento del biodiésel depende de la eficiencia de la síntesis a partir de los aceites de fritura usados en las familias del conjunto Zuitama*, se obtuvo aproximadamente 250 mL de biodiésel a partir de 500 mL de aceite residual, equivalente a un rendimiento del 50 %. Este resultado permitió establecer cuantitativamente el rendimiento alcanzado en el ensayo que culminó con la recuperación del producto; sin embargo, al disponerse de un único rendimiento efectivo, la evidencia obtenida no permite establecer estadísticamente una relación de dependencia entre el rendimiento y la eficiencia de la síntesis. En consecuencia, la segunda hipótesis se interpreta a partir del resultado experimental alcanzado, sin atribuirle una comprobación inferencial que exceda los datos disponibles.

CONCLUSIONES

La descripción del método artesanal utilizado para obtener biodiésel a partir de aceites de fritura usados permitió concluir que la transformación de este residuo doméstico es técnicamente factible cuando se desarrolla mediante una secuencia organizada de pretratamiento, transesterificación, separación, lavado y secado. El elevado cumplimiento alcanzado durante el procedimiento y la recuperación efectiva del biocombustible evidencian que las variaciones observadas en algunas etapas no imposibilitaron la transformación del aceite residual. Por consiguiente, los hallazgos

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

respaldan la hipótesis de investigación según la cual el método artesanal aplicado a los aceites de fritura usados permite obtener biodiésel bajo las condiciones experimentales estudiadas.

Asimismo, el análisis del porcentaje de rendimiento del biodiésel obtenido permitió concluir que, aunque el método artesanal produjo efectivamente el biocombustible, la conversión alcanzada fue moderada, lo que evidencia que la obtención del producto no implica necesariamente una alta eficiencia del proceso. El rendimiento obtenido, unido a las diferencias observadas entre los ensayos, pone de manifiesto la necesidad de controlar las características de la materia prima y las condiciones de la síntesis para favorecer una mayor recuperación del biodiésel. En consecuencia, la evidencia disponible permite valorar el comportamiento del rendimiento en las condiciones experimentales desarrolladas, pero resulta insuficiente para demostrar estadísticamente la relación de dependencia planteada en la segunda hipótesis de investigación.

En síntesis, explicar la obtención de biodiésel a partir de aceites de fritura usados mediante la aplicación de un método artesanal permitió entender que la viabilidad del proceso no depende únicamente de lograr la transformación del residuo, sino también de las condiciones bajo las cuales se desarrolla la síntesis y de las características del aceite empleado. El estudio demuestra así la posibilidad de valorizar un residuo doméstico mediante su transformación en biocombustible, pero también revela que la optimización del proceso constituye un aspecto determinante para incrementar su rendimiento y fortalecer su potencial de aplicación a pequeña escala.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTO

A todos los factores sociales que influyeron en el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green chemistry: Theory and practice*. Oxford University Press. <https://n9.cl/u3oe1y>
- Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación introducción a la metodología científica. (6ª ed.). Caracas: Episteme, C.A <https://n9.cl/ze9g>
- Atadashi, I. M., Aroua, M. K., Abdul Raman, A. A., & Sulaiman, N. M. N. (2013). The effects of catalysts in biodiesel production: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 19(1), 14–26. <https://n9.cl/77pby>
- Canakci, M., & Van Gerpen, J. (1999). Biodiesel production via acid catalysis. *Transactions of the ASAE*, 42(5), 1203–1210. <https://n9.cl/fe9j4>
- Freedman, B., Pryde, E. H., & Mounts, T. L. (1984). Variables affecting the yields of fatty esters from transesterified vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61(10), 1638–1643. <https://doi.org/10.1007/BF02541649>
- Ghosh, N., Patra, M., & Halder, G. (2024). Current advances and future outlook of heterogeneous catalytic transesterification towards biodiesel production from waste cooking oil. *Sustainable Energy & Fuels*, 8, 1105–1152. <https://doi.org/10.1039/D3SE01564E>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill. <https://n9.cl/tgud1>
- Knothe, G., & Razon, L. F. (2017). Biodiesel fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, 58, 36–59. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2016.08.001>
- Lin, C.-Y., & Ma, L. (2021). Fluid characteristics of biodiesel produced from palm oil with various initial water contents. *Processes*, 9(2), 309. <https://doi.org/10.3390/pr9020309>
- Monika, Banga, S., & Pathak, V. V. (2023). Biodiesel production from waste cooking oil: A comprehensive review on the application of heterogeneous catalysts. *Energy Nexus*, 10, 100209. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100209>
- Pérez-Bravo, S. G., Aguilera-Vázquez, L., Castañeda-Chávez, M. del R., & Gallardo-Rivas, N. V. (2022). Condiciones del proceso de transesterificación en la producción de biodiésel y sus distintos mecanismos de reacción. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25, e481. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.481>

Ginna Estefanía Rosero-Rodríguez; Jinette Gabriela Labrador-Fernández

Rodríguez Bustamante, J. I., Meza Gago, D. J., & Gutiérrez Rodríguez, I. del C. (2022). Rendimiento de producción de biodiesel por transesterificación a partir de aceite de soja usado. *Fides et Ratio*, 23(23), 149–176. <https://doi.org/10.55739/fer.v23i23.112>

Santander-Bossio, M., Silva-Ortega, J., Cantero-Rodelo, R., Torres-Salazar, P., Rivera-Alvarado, J., Moreno-Rocha, C., & Milánes-Batista, C. (2025). From waste to energy: Cooking oil recycling for biodiesel in Barranquilla, Colombia. *Sustainability*, 17(14), 6560. <https://doi.org/10.3390/su17146560>