



Fuentes alternativas para la producción de biocombustibles

Alternative sources for biofuel production

Fontes alternativas para produção de biocombustíveis

William Johnny Jiménez-Jiménez ^I
wiljim15@yahoo.es
<https://orcid.org/0000-0001-6302-5481>

Laura Leonor Valdez-López ^{II}
ll_valdez@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5883-0777>

María Matilde Duque-Mariño ^{III}
matiduqf@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1973-6881>

Correspondencia: wiljim15@yahoo.es

Ciencias naturales
Artículo de investigación

***Recibido:** 15 de agosto de 2020 ***Aceptado:** 10 de septiembre 2020 * **Publicado:** 01 de octubre de 2020

- I. Magíster en Epidemiología, Doctor en Bioquímica y Farmacia, Químico y Farmacéutico, Universidad de Guayaquil, Carrera de Ciencias Químicas, Ecuador.
- II. Magíster en Diseño Curricular, Química y Farmacéutica, Universidad de Guayaquil, Carrera de Química y Farmacia, Ecuador.
- III. Diploma Superior en Atención Primaria de Salud, Magister en Bioquímica Clínica, Química y Farmacéutica, Universidad de Guayaquil, Carrera de Química y Farmacia, Ecuador.

Resumen

El propósito de esta investigación fue analizar las tendencias en la producción de biocombustible como opción viable a ser empleada en Ecuador, para ello se desarrolló este artículo de revisión desde el paradigma cualitativo. El método empleado fue el inductivo. La metodología fue de revisión documental de carácter descriptivo. La población estuvo conformada por entre 15-25 documentos (artículos, trabajos de investigación, libros) de los cuales se extrajo una muestra intencional de seis artículos atendiendo a criterios preestablecidos. Como técnica se empleó el fichaje y el instrumento de recolección de datos consistió en fichas de registro bibliográfico y hemerográficas y fichas de contenido. Se encontró que la principal materia prima para la obtención de biocombustibles fueron aquellos clasificados como de primera y segunda generación. En Ecuador el aceite de Higuierilla y de la Palma Africana fueron los de mayor frecuencia; sin embargo a nivel de Latinoamérica el maíz, la caña de azúcar, las conchas de maní y café han sido consideradas como productos a ser empleados como fuentes de biocombustible. Se concluye que la inversión tecnológica y el compromiso gubernamental deben ser las acciones que impulsen la consolidación del uso de biocombustibles en Ecuador. La investigación que lleve a la diversificación de materia prima para la generación de energía debería considerarse como prioridad.

Palabras clave: biocombustibles, Higuierilla, biomasa, biodiesel.

Abstract

The purpose of this research was to analyze trends in biofuel production as a viable option to be used in Ecuador, for which this review article was developed from the qualitative paradigm. The method used was inductive. The methodology was a descriptive documentary review. The population was made up of between 15-25 documents (articles, research papers, books) from which an intentional sample of six articles was extracted according to pre-established criteria. As a technique, logging was used and the data collection instrument consisted of bibliographic and hemerographic record cards and content cards. It was found that the main raw material for obtaining biofuels were those classified as first and second generation. In Ecuador, Higuierilla and African Palm oil were the most frequent; However, in Latin America, corn, sugar cane, peanut shells and coffee have been considered as products to be used as sources of biofuel. It is concluded that technological investment and government commitment should be the actions that promote the consolidation of the use of biofuels in Ecuador. Research leading to the diversification of raw materials for power generation should be considered a priority.

Keywords: biofuels, Higuierilla, biomass, biodiesel.

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi analisar tendências na produção de biocombustíveis como uma opção viável a ser utilizada no Equador, para o qual este artigo de revisão foi desenvolvido a partir do paradigma qualitativo. O método utilizado foi indutivo. A metodologia foi uma revisão documental descritiva. A população foi composta por 15-25 documentos (artigos, artigos de pesquisa, livros) dos quais foi extraída uma amostra intencional de seis artigos de acordo com critérios pré-estabelecidos. Como técnica, utilizou-se o registro e o instrumento de coleta de dados constou de fichas de registro bibliográfico e hemerográfico e fichas de conteúdo. Constatou-se que as principais matérias-primas para a obtenção dos biocombustíveis foram as classificadas como de primeira e segunda geração. No Equador, Higuierilla e óleo de palma africana foram os mais frequentes; Porém, na América Latina, milho, cana-de-açúcar, casca de amendoim e café têm sido considerados produtos a serem utilizados como fontes de biocombustíveis. Conclui-se que o investimento tecnológico e o compromisso governamental devem ser as ações que promovam a consolidação do uso de biocombustíveis no Equador. A pesquisa que conduza à diversificação de matérias-primas para geração de energia deve ser considerada uma prioridade.

Palavras-chave: biocombustíveis, Higuierilla, biomassa, biodiesel.

Introducción

El desarrollo de las sociedades con el objetivo de alcanzar el progreso social, económico, las mejoras del bienestar y la salud de las personas ha originado un incremento de las demandas de energía y de servicios conexos, por ejemplo alumbrado, cocina, ambientación, movilidad y comunicación; así como para los procesos productivos. En este sentido, desde 1850, aproximadamente, comenzó a utilizarse combustibles de origen fósil (carbón, petróleo y gas) en todo el mundo, como principales fuentes de energía, consumo que ha venido incrementándose hasta convertirse en el suministro de energía dominante.

A pesar de su capacidad generadora, algunos factores han venido influyendo en la búsqueda de otras alternativas, siendo alguno de ellos el rápido aumento de las emisiones del dióxido de carbono (CO₂) y de otros gases que han generado el efecto invernadero impactando a nivel medioambiental; por otra parte, las variaciones de los precios del petróleo a nivel internacional,

tomando en cuenta que las mayores reservas de petróleo se sitúan en el Medio Oriente y las constantes repercusiones en las economías de los países en vías de desarrollo, son algunas de las razones por las cuales la búsqueda de productos capaces de reducir la dependencia del petróleo ha sido tarea importante y urgente, siendo uno de los principales objetivos determinar el potencial de otros recursos naturales como fuente de energía no contaminante.

Muy a pesar de lo anterior, según las proyecciones de la Agencia Internacional de Energía (AIE, 2009), el petróleo crudo seguirá siendo la principal fuente de energía en todo el mundo y cubrirá el 77% del aumento de la demanda entre 2007 y 2030. Esto supone un incremento de cerca de 85 a 105 millones de barriles diarios (mb/d) entre 2008 y 2030. Las proyecciones también indican que la demanda de carbón crecerá un 53% entre 2007 y 2030 y la de gas natural registrará un alza del 42% en el mismo período.

Todo lo antes expuesto ha venido impulsando una serie de investigaciones con el objeto de explorar otras fuentes de energías independientes a la producida por los derivados del petróleo, siendo algunas fuentes alternativas la energía contenida en las corrientes de aire (eólica), la radiación del sol (solar), las corrientes del agua del mar (maremotriz), así como aquella de las plantas y los animales (biomasa) (Alemán, y otros, 2014) En particular, la biomasa es muy abundante en el planeta, y se ha considerado como la cuarta mayor fuente generadora de energía primaria en el mundo, contribuyendo con un 12% (García, , Pizarro, Lavín, & Bueno, 2017). Por ello, la biomasa es una alternativa interesante para la generación de energía.

Ampliando un poco más, se busca la producción de biocombustibles sólidos, líquidos producidos a partir del bioetanol, bio-aceite y biodiesel o gases como el biogás, biometano, gas de síntesis, biohidrógeno. Otras fuentes de este tipo de biocombustibles pueden lograrse mediante o variadas fuentes como algas, maíz soja, palma, coco, salvado de arroz, semillas de lino, ricino, entre otros residuos (Ong, Mahila, Masjuski, & Norjashyma, 2011), los cuales pudiesen contribuir con la disminución de la dependencia a los productos derivados del petróleo y por tanto contribuir con el mantenimiento del medio ambiente en el presente y a futuro.

El biodiesel es un biocombustible líquido que se alcanza a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, con o sin uso previo, a través de procesos industriales de esterificación y transesterificación, y que se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales del petrodiesel o gasóleo obtenido del petróleo. En este caso, la transesterificación se lleva a cabo usando una base fuerte, capaz de deprotonar el alcohol, como catalizador. Usualmente, la base es disuelta en el alcohol para dispersarla en todo el aceite. El hidróxido lo suficientemente seco: cualquier cantidad de agua en el proceso aumenta las probabilidades de

saponificación, y producir jabones consumiendo la base. Una vez hecha la mezcla de alcohol y base, es agregada al triglicérido (Reséndiz , Mendoza, & Bravo , 2019)

Es importante considerar que el precursor de las moléculas de biodiesel son los triglicéridos (TGL), el cual es un éster compuesto de tres ácidos grasos conectados a una cadena principal de glicerol. Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos con largas cadenas de hidrocarburos y su longitud puede variar de 10–30 átomos de carbono. (De La Cruz, 2020). Sin embargo, bajo ciertas condiciones, estos ácidos grasos pueden disociarse y convertirse en ácidos grasos libres (FFA) lo cual no favorece a la reacción principal de transesterificación. De esta forma, el biodiesel se presenta como un combustible alternativo al diésel tradicional, que tiene como origen fuentes renovables los cuales pueden ser aceites vegetales, grasas de animales e incluso aceite de cocina

Las ventajas más evidentes del biodiesel es que se trata de una sustancia biodegradable, no explosiva, no inflamable, renovable, no tóxica, cuya combustión genera bajos niveles de emisiones en gases de efecto invernadero como CO₂, NO_x, SO_x y material particulado (MP) (Mofijur, Masjuki, Kalam, , & Rasul, 2015).

Ahora bien, con el avance de la ciencia se han descrito una serie de generaciones que buscan describir cómo han venido variando los tipos de materiales empleados para generar biocombustible: aquellos que fueron identificados como de primera generación, cuyas principales materias primas para los biocombustibles son (maíz, trigo, cebada y caña de azúcar) son fuentes de alimentos provenientes de la biomasa, especialmente de cultivos agrícolas destinados a la alimentación humana. Sin embargo, el uso del biodiesel producido por esta generación todavía no es económicamente viable debido a los altos costos de procesos de producción actuales, calculándose que comprende alrededor del 70% del total del gasto involucrado en el proceso de producción (Sanjid, Masjuki, Kalam, & Rahman, 2013).

La energía proveniente de los productos de la segunda generación es extraída de materias primas lignocelulósicas (ricas en celulosa y hemicelulosa) sin valor alimenticio incluyendo subproductos (paja de cereales, bagazo de caña de azúcar y residuos forestales), componentes orgánicos (residuos sólidos municipales), y las materias primas cultivadas adrede (hierbas vegetales, bosques de rotación corta y otros cultivos energéticos). (Junpalma, 2018). Las desventajas de los productos de esta generación es que necesitarían áreas específicas para su siembra y crecimiento lo que traería consigo que su producción sea igual o por debajo de la

actual y descartando entonces su aprovechamiento como gas limpio y alternativo frente al incremento actual del CO₂ (Mofijur, Masjuki, Kalam, , & Rasul, 2015)

La tercera generación corresponde a la materia prima proveniente de las algas, las cuales no compiten con los alimentos u otros cultivos, y se pueden cultivar en lagunas poco profundas, estanques abiertos o cerrados. Por último, se consideran materias primas de cuarta generación aquellas fuentes sometidas a modificaciones genéticas. La ingeniería metabólica de algas para la producción de biodiesel tiene un gran potencial en el suministro de energía sostenible y limpia.

Para identificar el estado del arte en relación a la temática se presentan algunos antecedentes investigativos, los cuales evidencian la diversidad de fuentes generadoras de biocombustibles. En este sentido, en Colombia (Álvarez, 2017) realizó un estudio cuyo objetivo fue la caracterización fisicoquímica del bagazo de caña de azúcar, la cascarilla de café y las mezclas de estas (90:10, 70:30, 50:50, bagazo de caña: cascarilla de café). Sus principales resultados apuntaron a la generación de un porcentaje de celulosa para el bagazo de caña de azúcar: 22,68%; cascarilla de café: 20,20%; mezcla 50:50: 23,54%; mezcla 70:30: 25,55%; mezcla 90:10: 21,91% ; a partir de los cuales se determinaron los litros (teóricos) producidos por tonelada de las biomásas, para el bagazo de caña de azúcar: 162,52 L; cascarilla de café: 144,75 L; mezcla 50:50: 168,68 L; mezcla 70:30: 186,09 L; mezcla 90:10: 157 L. Se concluyó que estos materiales lignocelulósicos como el bagazo de caña de azúcar (residuo orgánico generado durante el proceso de obtención del jugo de la caña de azúcar) y la cascarilla de café (residuo orgánico de la obtención del café) están siendo usadas para la producción de etanol de segunda generación, lo cual permite darles un uso ambientalmente sostenible a los residuos orgánicos generados en nuestro país.

Una segunda investigación reciente fue la llevada a cabo en México por (Gallardo, Fajardo, & García, 2018)cuyo objetivo fue ubicar, clasificar y cuantificar la biomasa presente en el estado de Zacatecas para en una tercera etapa realizar el diseño y construcción de un quemador de plasma, que será empleado en la transformación de biomasa a gas de síntesis, que a su vez podrá ser utilizado en la obtención de hidrocarburos que podrán ser empleados como combustibles o directamente para el movimiento de una turbina para la generación de energía. Las principales conclusiones, apuntan que proporcionan una gran cantidad de biomasa residual, subproducto, o residuos de la industria agroalimentaria y la cervecería ubicada en este espacio. Hacia el SO la biomasa residual es debido a residuos agrícolas, ganaderos y forestales. A pesar de su

capacidad para producir energía, se tienen que desarrollar tecnologías que hagan factible el uso de biomasa como energía renovable.

En Ecuador, (Palacios,, Romero, Rosero, & Latorre, 2019) realizaron una investigación cuyo objetivo fue la estimación de las propiedades físico-químicas de la cáscara de maní y el tallo de maíz para determinar el posible aprovechamiento de estos dos residuos agroindustriales en la producción de un biocombustible sólido. Concluye esta investigación que las especies estudiadas presentan buenas características para ser aprovechados como fuentes de energía. La importancia de la caracterización de la cáscara de maní y el tallo de maíz, servirá para futuros análisis en los cuales se necesite conocer la cantidad de ceniza, material volátil, carbono fijo y la humedad al momento seleccionar una tecnología para su aprovechamiento energético, entre los que destaca la producción de pellets.

En cuanto a su competitividad con el carbón, combustible sólido mejor posicionado en el sector industrial por sus características y poder energético, los pellets y briquetas tiene la ventaja sobre éste de que su tiempo de ignición es mucho más corto, por otra parte, el pellet tiene una gran ventaja sobre el uso de combustibles derivados de petróleo, debido a que un litro de gasoil (combustible fósil) puede generar 8,800 Kcal y un kilo de pellet (de baja humedad) genera 4,600Kcal, por tanto se puede alcanzar la misma energía generada por el combustible fósil, con 1,91 kilos de pellets, con las ventajas ambientales que esto representa.

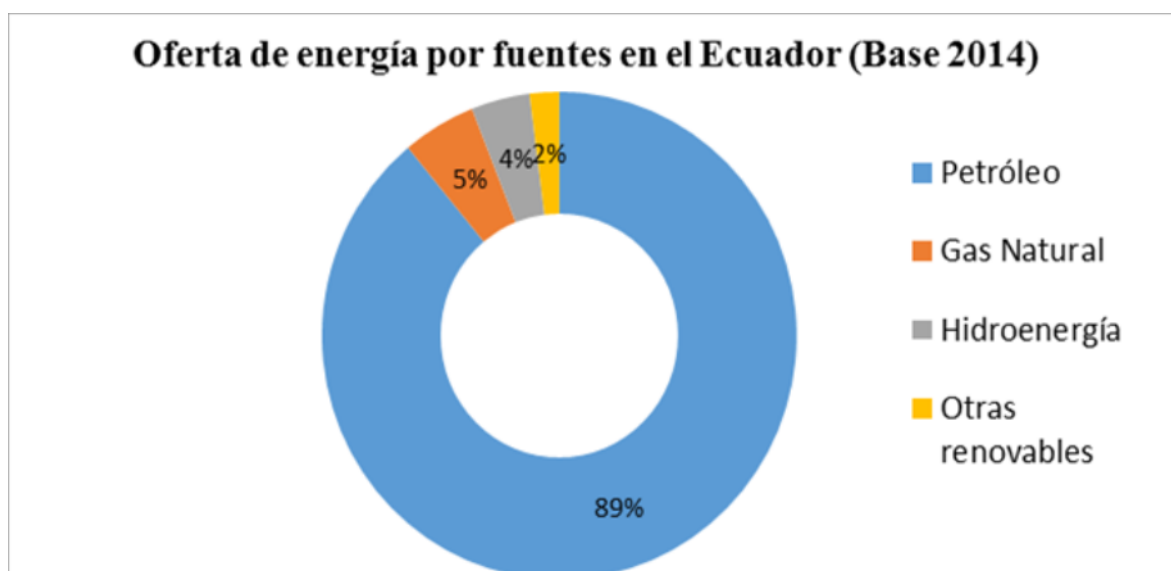
Toda las investigaciones realizadas señalan el valor energético de los productos alternativos, los cuales se caracterizan por ser de fácil obtención, bajos niveles de emisión de gases de efecto invernadero producidos por los procesos de transformación y el bajo costo de recolección, algunos de los productos que están siendo estudiados son caña de azúcar, la cascarilla de café, la cascara de maní y el tallo de maíz, todos son residuos agrícolas que pudiesen contribuir con la generación sustentable de energía ecológica.

El Ecuador por ser un país predominantemente agrícola posee grandes extensiones de cultivos, para el año 2014, según el (Instituto nacional de prevención del Ecuador, 2014) la producción de residuos agrícolas superó los 10 millones de toneladas. La elevada cantidad de residuos producidos facilita la posibilidad de que pueda convertirse en un centro de explotación de los mismos a través de su conversión energética a electricidad, calor y producción de biocombustibles de elevado valor agregado. Sin embargo, según (Palacios,, Romero, Rosero, & Latorre, 2019) debido a ser un país en desarrollo todavía no se la explota como debería.

Para tratar de revertir esta realidad según información de la Organización Latinoamericana de Energía, OLADE; en el año 2010 en Ecuador se inició un plan piloto para la producción de gasolina mezclada al 5 % con etanol (obtenido a partir de caña de azúcar y palma aceitera); dicho proyecto se denominó Ecopaís. Para el año 2017 existían 43 estaciones de servicio en Guayaquil, que suministraban esta mezcla de combustible.

Sin embargo, el uso de combustibles fósiles en el Ecuador ha estado en decidido aumento en las últimas décadas según informe del Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (Delgado, 2015), siendo el petróleo la fuente con una mayor contribución. En particular, esta utilización se debe a que, por una parte, ha crecido el parque automotor y por la otra, los combustibles más usados: gasolina y diésel son subsidiados (ver ilustración 1)

Ilustración 1 Principales energías por fuente en Ecuador



Fuente: Delgado (2015).

Para dar respuesta lo planteado en párrafos anteriores, se desarrolla este artículo de revisión tiene como propósito presentar las tendencias en la producción de biocombustible como opción viable a ser empleada en Ecuador para lo cual se desarrollará la consulta bibliográfica de fuentes documentales actualizadas sobre la temática.

Materiales y métodos

El presente estudio fue desarrollado desde el paradigma cualitativo, entendiendo al paradigma según (Reinoza, 2016) como “la visión que orienta la ruta metodológica y el análisis e interpretación de la información” será desarrollado bajo este paradigma puesto que se busca

analizar el discurso presentado por otros investigadores sobre una temática particular, en este caso sobre las fuentes para la obtención de biocombustibles sobre desde la perspectiva de sus autores.

El método empleado será el inductivo, (Camacho , Fontaines , & Urdaneta, 2005) en virtud de lo cual se analizarán las fuentes documentales a ser estudiadas para llegar a construir generalizaciones que permitirán ampliar el conocimiento sobre el tema sobre los biocombustibles como fuentes alternativas de energía .

La metodología será de revisión documental de carácter descriptivo (Sampieri , Collado, & Lucio, 1998) empleada cuando “el objetivo es medir y especificar las propiedades más concretas de lo que estamos analizando”. En tal sentido, se operacionalizará mediante el empleo del análisis de contenido con base en la estructura semántica presente en el discurso de los autores de las tesis/artículos/libros consultados.

Procedimientos de la investigación

•Primera fase, búsqueda de fuentes de información:

Para realizar la búsqueda, clasificación y posterior análisis de las fuentes primarias y secundarias consultadas se llevaron a cabo los siguientes pasos y se establecieron los siguientes criterios:

La información se obtuvo de artículos, trabajos de grado de maestría o tesis doctorales publicados entre 2015 y 2020 elaborados en idioma español.

Se seleccionó como buscador la base de datos: Google Académico, “Scielo”, “Redalyc”, por ser plataformas sencillas por lo que permite un rastreo eficiente según los intereses de esta investigación.

Se realizó la búsqueda en el mes de octubre de 2020.

Los descriptores usados fueron: “biocombustibles” “biodiesel” “energías alternativas” términos que debían aparecer en los títulos de los documentos consultados.

En base a los procedimientos anteriores la población a estudiar estuvo conformada por los registros obtenidos atendiendo a los criterios antes mencionados. Los resultados oscilaron entre 15 -25 artículos/tesis al combinar las palabras clave.

La muestra: Del total de las fuentes consultadas, se seleccionaron 06 artículos científicos/Trabajos de investigación que se ajustaron a las variables en estudio, a los objetivos de la investigación y los criterios establecidos.

La técnica empleada fue de fichaje y el instrumento de recolección de datos consistió en fichas de registro bibliográfico y hemerográficas y fichas de contenido.

En las fichas de registro se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: título del documento, autor, año, editorial/revista, número de edición, ciudad.

En las fichas de contenido se reflejaron siguientes categorías:

Características del estudio: Tipo de estudio/País, población objeto de estudio.

Contenido de interés: biocombustibles, biodiesel; conclusiones relevantes.

La segunda fase para el análisis y discusión de los resultados fue el análisis de contenido inherente en la temática y dispuesto en los documentos consultados Para la recopilación y análisis de datos se utilizó el paquete de programas Microsoft Office 2016.

Análisis de los resultados

Para realizar el análisis de los resultados se elaboró una matriz de datos, la cual permitió organizar adecuadamente la información para sus análisis.

| Autor /Año | Título | Conclusiones |
|---|---|--|
| (Parra, 2016) | Impacto de los biocombustibles y desarrollo de las energías alternativas en Colombia | Se debe estudiar el desarrollo de otras energías amigables con el medio ambiente como: la eólica, la solar, la hidráulica, las cuales han arrojado resultados positivos en otros países y estos pueden ser base para aplicarlas en Colombia. |
| (Álvarez, 2017) | Caracterización fisicoquímica de varios residuos agroindustriales y sus mezclas para la producción de biocombustibles | Se realizó la caracterización fisicoquímica del bagazo de caña de azúcar, la cascarilla de café y las mezclas de estas (90:10, 70:30, 50:50, bagazo de caña:cascarilla de café), teniendo como resultado un porcentaje de celulosa para el bagazo de caña de azúcar: 22,68%; cascarilla de café: 20,20%; mezcla 50:50: 23,54%; mezcla 70:30: 25,55%; mezcla 90:10: 21,91%; a partir de los cuales se determinaron los litros (teóricos) producidos por tonelada de las biomásas, para el bagazo de caña de azúcar: 162,52 L; cascarilla de café: 144,75 L; mezcla 50:50: 168,68 L; mezcla 70:30: 186,09 L; mezcla 90:10: 157 L |
| (Llanes, Rocha, Salazar , & Medrano , 2017) | Producción e impacto del biodiesel: una revisión | Existe un gran potencial en el Ecuador para la producción de biodiesel, fundamentalmente del aceite de Palma y residuos de aceite vegetal usado. El transporte es uno de los sectores con mayor incidencia en los efectos dañinos al |

| | | |
|---|---|---|
| | | <p>ambiente y a la salud humana, siendo el sector de carga pesada uno de los de mayor significancia.</p> <p>Los estudios posteriores indican que el biodiésel es una alternativa que en mezclas con el diésel, pueden ser empleadas satisfactoriamente en los motores de combustión interna, reduciéndose en su mayoría las emisiones al ambiente.</p> <p>El principal proceso de obtención del biodiésel es la transesterificación, en el cual se sigue investigando para aumentar el rendimiento.</p> <p>Las propiedades de los biocombustibles obtenidos a partir de las diferentes materias primas, no difieren mucho y los procesos de obtención se encuentran estandarizados por normas específicas.</p> |
| (Reséndiz , Mendoza, & Bravo , 2019) | Biodiesel & Combustóleo, Alternativa Sostenible | <p>A medida que se agotan las reservas se incrementa la dificultad de la extracción del petróleo, las nuevas tecnologías podrían hacer disponibles nuevas fuentes de energía o permitir que una mayor cantidad de energía pudiera ser extraída de las viejas. Por ejemplo el etanol extraído de los cultivos de caña de azúcar que mueven buena parte de los automóviles en Brasil o Cuba, o los extractos oleaginosos de cultivos como la soja, girasol, olivo. También existen sustitutos más naturales para los pesticidas y los plásticos. Se están llevando a cabo investigaciones para encontrar mejores materias primas y mejorar el rendimiento del biodiesel, debido a que cualquier actividad humana va a generar un impacto al medio ambiente, pero si consideramos que el petróleo es un recurso finito, el hombre pudiera administrar los recursos renovables para generar alternativas como el biodiesel o utilizar fuentes inagotables como: geotérmica, eólica, mareomotriz y solar, para amortiguar el agotamiento del petróleo.</p> |
| (Paucar, 2020) | “Evaluación del rendimiento de aceite de Higuerilla (Ricinus Communis l.) en | <p>El rendimiento de semillas total en las zonas óptimas fue de 135.9 kg/ha con una producción de aceite de 0.019 tn/ha y 16.17 l/ha de biodiésel. Así mismo, para las zonas no óptimas se obtuvo 76.80 kg/ha de semillas,</p> |

| | | |
|--------------------|--|---|
| | zonas óptimas y no óptimas de Imbabura para obtener biodiesel B5” | 0.011 tn/ha de aceite extraído y 9.13 l/ha de biodiésel de higuera |
| (De La Cruz, 2020) | Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta piloto de producción de biodiesel a partir de los residuos sólidos de café gastado en la región Lambayeque | Los residuos de café molido contienen una cantidad aproximadamente del 15% (p/p) en aceites, los cuales pueden ser convertidos en ésteres metílicos de ácidos grasos (biodiesel) vía reacción de transesterificación. De igual manera, los sólidos remanentes después de la extracción del aceite, tienen potencial para pueden ser utilizados como abono o pellets de biomasa. Teniendo en cuenta lo mencionado, se encontró que la instalación de una planta piloto para la producción de biodiesel a partir de residuos de café molido en el departamento de Lambayeque es económicamente factible |

Partiendo de los resultados encontrados se tiene que los gases de combustión generados por el uso de combustibles fósiles, son la fuente principal de los problemas ambientales de la actualidad y la razón por la cual los expertos, gobiernos e instituciones están haciendo esfuerzos por generar investigaciones que lleven a la generación de biocombustibles como una alternativa significativa para la reducción de emisiones nocivas emanadas de los motores de combustión interna.

Es importante considerar que algunas investigaciones realizadas, como la de (Parra, 2016) (Reséndiz, Mendoza, & Bravo, 2019) señalan la necesidad de estudiar otras fuentes de energías más amigables con el medio ambiente. Esto en virtud de que la degradación de los derivados del petróleo produce o genera emisiones de gases que contribuyen a lo que se denomina efecto invernadero. El biodiesel en cambio, según señala (Reséndiz, Mendoza, & Bravo, 2019) y (Llanes, Rocha, Salazar, & Medrano, 2017) consideran que disminuye de forma notable las principales emisiones de los vehículos, como son el monóxido de carbono y los hidrocarburos volátiles, en el caso de los motores de gasolina, y las partículas, en el de los motores diésel. Desde esta misma perspectiva (Llanes, Rocha, Salazar, & Medrano, 2017) considera que en el caso del Ecuador, la utilización de los derivados del petróleo como es la gasolina empleados en el sector transporte automotor en uno de los que más daños ha venido generando al medio ambiente.

Ahora bien, en cuanto a las fuentes para la producción de biocombustible, se han encontrado investigaciones donde se estudian fuentes alternativas de energía, tal es el caso de (Parra, 2016) quien propone para Colombia la utilización de la energía eólica, la solar, la hidráulica, así como se está en la búsqueda de mejores materias primas y el rendimiento del biodiesel (Reséndiz, Mendoza, & Bravo, 2019). En el caso de (Álvarez, 2017) señala la relevancia de utilizar residuos agroindustriales como fuentes de energía, tal como es el caso del bagazo de caña de azúcar y cascarillas de café, ambos incluidos como biodiesel de primera generación. Para (Álvarez, 2017) residuos agroindustriales constituidos principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina genera biocombustibles como el bioetanol de segunda generación, señalando que los litros de etanol (teóricos) producidos por tonelada de la biomasa, es mayor cuando el bagazo de caña de azúcar y la cascarilla de café están mezclados. Sin embargo, (Reséndiz, Mendoza, & Bravo, 2019) considera que una de las desventajas de la utilización de este tipo de materia prima se refieren al área de la logística de almacenamiento, ya que es un producto hidrófilo y degradable, por lo cual es necesaria una planificación exacta de su producción y expedición. El producto se degrada notoriamente más rápido que el petrodiesel. Otra fuente de biodiesel es la generada por aceite de Higuera (Ricinus Communis propuesta por (Paucar, 2020), según la cual la cantidad de biodiesel que se puede obtener por hectárea de cultivo está directamente relacionada con el contenido de aceite y el rendimiento del cultivo por unidad de superficie. Otra de las fuentes que pueden ser convertidos en ésteres metílicos de ácidos grasos (biodiesel) provienen de aceites generados de residuos de café, además de emplearse los residuos como abono de biomasa (De La Cruz, 2020).

Conclusiones

Existe una gran diversidad de opciones para la producción de biocombustibles como alternativas a los productos derivados del petróleo que ha venido atentando negativamente en contra del medio ambiente como resultado tanto de los procesos de producción, como del propio consumo.

La ciencia ha contribuido con las investigaciones indagando en una variedad de materiales, para encontrar mejores materias primas y mejorar el rendimiento del biodiesel, debido a que cualquier actividad humana va a generar un impacto al medio ambiente, pero si se considera que el petróleo es un recurso finito, el hombre pudiera administrar los recursos renovables para

generar alternativas como el biodiesel o utilizar fuentes inagotables como: geotérmica, eólica, mareomotriz y solar, para amortiguar el agotamiento del petróleo.

Los residuos agroindustriales, que según la investigación realizada fue la de mayor utilización, posee un alto potencial para ser aprovechados en diferentes procesos que incluyen producción de nuevos productos, aportar valor agregado a los productos originales y recuperar condiciones ambientales alteradas, al ser devueltos al medio ambiente para ser empleados como fertilizantes, tal como es el caso del maíz, las cáscaras del café.

En el caso del Ecuador, la fabricación de biodiesel en Ecuador a nivel industria se realiza fundamentalmente a partir del aceite de Higuierilla y de la palma africana (*Elaeis guineensis*), su fabricación está regulada por la norma ASTM D6751, lo cual se constituye en un intento gubernamental favorable a las condiciones medioambientales del país cuyas emisiones de dióxido de carbono son elevadas. Ecuador puede ganar mucho más invirtiendo en una industria que utiliza residuos ya existentes y en generación de conocimiento y valor agregado.

Referencias

1. AIE. (2009). World Energy Outlook 2009, . FactSheet.
2. Alemán, G., Casiano, V., Cárdenas, D., Díaz, R., Scarlat, N., Mahlknecht, J., & Dallemand, J. (2014). Renewable energy research progress in Mexico: A review, R., Renewable and Sustainable Energy Reviews, 140-153.
3. Álvarez, A. (2017). Caracterización fisicoquímica de varios residuos agroindustriales y sus mezclas para la producción de biocombustibles. Bucaramanga .
4. Camacho, H., Fontaines, T., & Urdaneta, G. (2005). La trama de la investigación y su epistemología. TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 7(1), 9-20. Recuperado el 17 de mayo de 2020, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99318830001>
5. De La Cruz, L. (2020). “Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta piloto de producción de biodiesel a partir de los residuos sólidos de café gastado en la región Lambayeque. Perú.
6. Delgado, D. (2015). Balance Energético Nacional 2015 año base 2014,. Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos.
7. Gallardo, P., Fajardo, L., & García, J. (2018). Producción de biocombustibles a partir de biomasa disponible en el estado de Zacatecas. Jeeos. doi:DOI:10.19136/Jeeos.a2n2.2789
8. García, R., Pizarro, C., Lavín, A., & Bueno, J. (2017). Biomass sources for thermal conversion. . Techno- economical overview, Fuel,(195), 182-189.

9. Instituto nacional de prevención del Ecuador. (2014). Atlas bioenergético de la república del ecuador. . ESIN consultora S.A.
10. Junpalma. (2018). Balance de una política de promoción de biocombustibles en Perú. Lima. Lima .
11. Llanes, E., Rocha, J., Salazar , P., & Medrano , J. (2017). Producción e impacto del biodiesel: una revisión. INNOVA Research Journal.
12. Mofijur, M., Masjuki, H., Kalam, , M., & Rasul, M. (2015). Effect of biodiesel-diesel blending on physico-chemical properties of biodiesel produced from Moringa oleifera. , 105, 665-669. Procedia Engineering.
13. Ong, H., Mahila , T., Masjuki, H., & Norjashyma, H. (2011). Comparison of palm oil Jatropha curca and Calophyllum inophyllum for biodiesel :a review. Renew sustain Energy , 3001-15.
14. Palacios,, k., Romero, M., Rosero, E., & Latorre, G. (2019). Estimación de las propiedades físico-químicas de residuos agroindustriales para el aprovechamiento como biocombustible. REVISTA RIEMAT, 4(2).
15. Parra, S. (2016). Impacto de los biocombustibles y desarrollo de las energías alternativas en Colombia. Revista Gestión y Desarrollo Libre, 23 - 32.
16. Paucar, M. (2020). Evaluación del rendimiento de aceite de Higuierilla (Ricinus Communis l.) en zonas óptimas y no óptimas de Imbabura para obtener biodiesel B5. Ecuador : UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
17. Reinoza, M. (2016). Anuario del Sistema de Educación en Venezuela). La teoría fundamentada como método en la tesis doctoral. 4(4). Administración educacional,, 4(4).
18. Reséndiz , M., Mendoza, R., & Bravo , P. (2019). Biodiesel & Combustóleo, Alternativa Sostenible. TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río, 16-19.
19. Sampieri , R., Collado, C., & Lucio, P. (1998). Metodología de la investigación (Segunda edición. ed.). Mexico: Mcgraw-Hill Interamericana Editores,S.A. de C.V.
20. Sanjid, A., Masjuki, H., Kalam, M., & Rahman, S. (2013). Impact of palm, mustard, waste cooking oil and Calophyllum inophyllum biofuels on performance and emission of CI engine. ., Renewable and Sustainable Energy Reviews, 664-682.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).