

Análisis de los beneficios que obtiene el medio ambiente a partir de la producción de
biocombustibles

Katherine Sotomonte Carvajal. Cód. 32993

Universidad ECCI

Dirección de Posgrados

Especialización en Educación para la Sostenibilidad Ambiental

Bogotá

2021

Análisis de los beneficios que obtiene el medio ambiente a partir de la producción de
biocombustibles

Katherine Sotomonte Carvajal. Cód. 32993

Asesor

Juan Carlos Botero

Trabajo de grado como requisito para optar al título de especialista en Educación para la
Sostenibilidad Ambiental

Universidad ECCI

Dirección de Posgrados

Especialización en Educación para la Sostenibilidad Ambiental

Bogotá

2021

Tabla de Contenido

Dedicatoria.....	6
Agradecimientos o reconocimientos.....	7
Resumen/ Abstract.....	8
Palabras claves/ Keywords.....	9
Introducción.....	10
1. Título.....	12
2. Planteamiento del problema de investigación.....	13
2.1. Descripción del problema.....	13
2.2. Pregunta Problema.....	14
2.3. Sistematización.....	14
3. Objetivos.....	19
3.1. Objetivo general.....	19
3.2. Objetivos específicos.....	19
4. Justificación y delimitación.....	20
4.1. Justificación.....	20
4.2. Delimitación.....	21
4.3. Limitaciones.....	22
5. Marco de referencia.....	23

5.1. Estado del arte:	23
5.2. Marco teórico	29
5.3. Marco Legal	38
6. Marco metodológico de la investigación	42
6.1. Paradigma.....	42
6.2.1. Tipo de investigación	42
6.2.2. Diseño metodológico.....	43
6.3. Fuentes de información	43
6.3.1. Bases de datos consultadas.....	44
6.3.2. Filtros Metodológicos	45
6.4. Criterios de Inclusión y Exclusión.	45
7. Cronograma.....	48
8. Resultados	49
8.1 Análisis de la información	49
8.1.1. Gestión y Análisis de datos	49
8.1.2. Indicadores de búsqueda	50
8.1.3. Indicadores por autor.....	52
8.1.4. Indicadores de publicación.....	53
8.1.5 Ventajas y Desventajas de los Biocombustibles	55
8.2 Análisis e interpretación de los resultados	56

8.3. Discusión.....	59
9. Análisis Financiero	63
10. Conclusiones.....	64
11. Recomendaciones o propuestas de solución.....	65
Referencias Bibliográficas	66
Índice de tablas	69

Dedicatoria

Dedico mi trabajo de grado especialmente a Dios, por haberme dado la vida, por brindarme salud y sabiduría en el transcurso de mi formación profesional. A mis padres quienes me han sido mi apoyo incondicional en cada paso de la vida, siempre me han demostrado su cariño y amor, me han ayudado a construir mi futuro, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

Agradecimientos o reconocimientos

Agradezco a Dios por brindarme salud, sabiduría, fortaleza y guiar mi camino.

El trabajo realizado debe mucho a la colaboración de mis padres, hermanos y amigos, han sido apoyo fundamental para lograr cada uno de los objetivos propuestos en mi vida, con sus consejos y su paciencia, he podido superar cada uno de los obstáculos presentados.

También agradezco a los docentes de las distintas materias desarrolladas en el transcurso de mi formación profesional, especialmente a mi asesor Juan Carlos Botero, con su experiencia, conocimiento y motivación, me oriento en cada paso de la investigación, así mismo, sus observaciones han sido de gran ayuda para culminar mi trabajo de grado.

Resumen/ Abstract

Resumen: El calentamiento global es una problemática que necesita ser priorizada, el deterioro del medio ambiente es cada vez más notorio y una de las principales fuentes que impacta negativamente el planeta es el uso de combustibles fósiles, debido a la alta cantidad de gases de efecto invernadero que se emiten a la atmosfera a partir de su combustión. La sustitución de combustibles derivados del petróleo por biocombustibles es considerada una alternativa viable, no obstante, genera polémica ya que por un lado son biodegradables y amigables con el medio ambiente, pero su producción implica emplear recursos naturales como el agua y el suelo para llenar tanques de combustible; recursos que pueden ser aprovechados para cultivar alimentos y aportar a la economía interna de una región, por lo tanto, en el presente trabajo se discuten las principales ventajas y desventajas, materias primas, tecnologías y perspectivas de desarrollo.

Abstract: Global warming is a problem that needs to be prioritized, the deterioration of the environment is increasingly notorious and one of the main sources that negatively affects the planet is the use of fossil fuels, due to the high amount of greenhouse gases that they are emitted into the atmosphere from their combustion. The substitution of petroleum-derived fuels for biofuels are considered a viable alternative, however, it generates controversy since, on the one hand, they are biodegradable and friendly to the environment, but their production implies using natural resources such as water and soil to fill tanks. made out of fuel; resources that can be used to grow food and contribute to the internal economy of a region, therefore, in this paper the main advantages and disadvantages, raw materials, technologies and development perspectives are discussed.

Palabras claves/ Keywords

Palabras claves: Medio ambiente, Calentamiento global, Emisiones, Biocombustibles,
Recursos Naturales.

Keywords: Environment, Global warming, Emissions, Biofuels, Natural Resources.

Introducción

El deterioro del medio ambiente, ha impulsado el desarrollo en busca de alternativas que aporten positivamente a la mala calidad del aire que tenemos hoy en día, por medio de la producción de biocombustibles generados a partir de biomasa, utilizando materiales totalmente biodegradables, especialmente a base de plantas, reduciendo el volumen de gases de efecto invernadero (Ecopetrol, 2014).

El sistema energético a nivel mundial depende en mayor magnitud de combustibles fósiles, cerca del 80% de energía se genera a partir de fuentes como el carbón, el petróleo y el gas, consumo que incrementa anualmente y a su vez contribuye al daño del medio ambiente. Se prevé que con el paso de los años los combustibles fósiles sean difícilmente de adquirir debido al aumento del precio, reduciendo la demanda, por el contrario los precios de los biocombustibles ascenderán a un precio mucho menor que los combustibles derivados del petróleo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

Así mismo, es una alternativa para los trabajadores de cada una de las regiones y el desarrollo de los campesinos de las áreas rurales del país, ya que en las hectáreas de tierra utilizadas se necesitaría la mano de obra de muchas personas, generando oferta de empleos y mejorando su calidad de vida; también se beneficiarían las tierras y el medio ambiente al promover e implementar mejores prácticas que disminuyan los posibles impactos negativos generados durante su producción. Es importante analizar y evidenciar si la producción de biocombustibles afecta o no la seguridad alimentaria, teniendo en cuenta que los costos de las materias primas son muy altos y competirían el desplazamiento de tierras para la siembra de cultivos.

De acuerdo con la tecnología que se aplica para su producción, los biocombustibles se clasifican en tres generaciones que son: La primera generación aplica una tecnología que utiliza

un proceso de fermentación y transesterificación de materias primas de uso, la segunda generación aplica una tecnología que utiliza un proceso termoquímico y se utilizan materias primas que no son de uso alimentario y la tercera generación aplica una tecnología en la cual se utilizan métodos de producción similares en cultivos bioenergéticos adaptados, (Ecopetrol, 2014).

Los biocombustibles tienen una serie de ventajas y beneficios que aportan al medio ambiente, teniendo en cuenta las materias primas y tecnologías utilizadas para su producción. El uso adecuado de biocombustibles es benéfico para el medio ambiente ya que son biodegradables, lo que quiere decir que se degradan en aproximadamente 28 días y en un porcentaje del 85%. (Cortés Marín, E., Suarez Mahecha, H., & Pardo Carrasco, S., 2009)

A través de este trabajo de grado, se pretende analizar las ventajas que tienen los biocombustibles y su impacto negativo o positivo al medio ambiente, de acuerdo con la producción actual de biocombustibles, identificar las tecnologías, procedimientos y materias primas utilizadas, determinando si a medida de que aumenta su producción, se contribuye al medio ambiente o si por el contrario se generan mayores impactos negativos.

1. Título

Análisis de los beneficios que obtiene el medio ambiente a partir de la producción de biocombustibles.

2. Planteamiento del problema de investigación

La sustitución de combustibles derivados del petróleo por biocombustibles genera polémica ya que son biodegradables y amigables con el medio ambiente, pero su producción implica emplear los recursos naturales como el agua y el suelo para llenar tanques de combustible; recursos que pueden ser aprovechados para cultivar alimentos y aportar a la economía interna de una región.

2.1. Descripción del problema

Existen varios tipos de biocombustibles, los cuales se caracterizan de acuerdo con los productos vegetales empleados para su producción, ya sea, a partir de caña de azúcar, maíz, madera, celulosa, aceites a base de palma, soya y girasol, entre otros; se discuten las principales ventajas y desventajas, materias primas, tecnologías y perspectivas de desarrollo (perspectives of biofuels production in Colombia, 2009), teniendo en cuenta que aportan a la reducción de contaminantes emitidos a la atmósfera por la combustión generada con combustibles fósiles, el problema es que se tienen que emplear gran cantidad de recursos naturales, como lo son el suelo y el agua.

Los recursos naturales pueden ser empleados en la producción de alimentos para el consumo humano, sin embargo, la mayoría de tierras que se destinan para generar biocombustibles, de acuerdo con la FAO, son suelos que han perdido su capacidad de producción debido a la sobreexplotación, denominándolos “pasturas degradadas”, en este caso el recurso suelo y la seguridad alimentaria no se verían completamente afectados por la producción de dichos biocombustibles.

Desde el punto de vista socioeconómico, existen ciertas especulaciones y a su vez la necesidad de herramientas técnicas de análisis por medio de sistemas o estructuras especializadas de investigación, teniendo en cuenta la realidad de cada país o sector (perspectives of biofuels production in Colombia, 2009).

Se conocen distintas perspectivas, las cuales ponen en una balanza los siguientes puntos: ¿Contribuyen al medio ambiente?, ¿Afectan la seguridad alimentaria?, ¿Realmente son rentables para el país?, siendo un tema tan complejo, es importante realizar un análisis completo de la información, recopilar la mayor cantidad de datos, evidencias posibles y determinar la mejor opción para el desarrollo ambientalmente sostenible y la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

2.2. Pregunta Problema

¿La producción de biocombustibles es una alternativa viable para el medio ambiente?

2.3. Sistematización

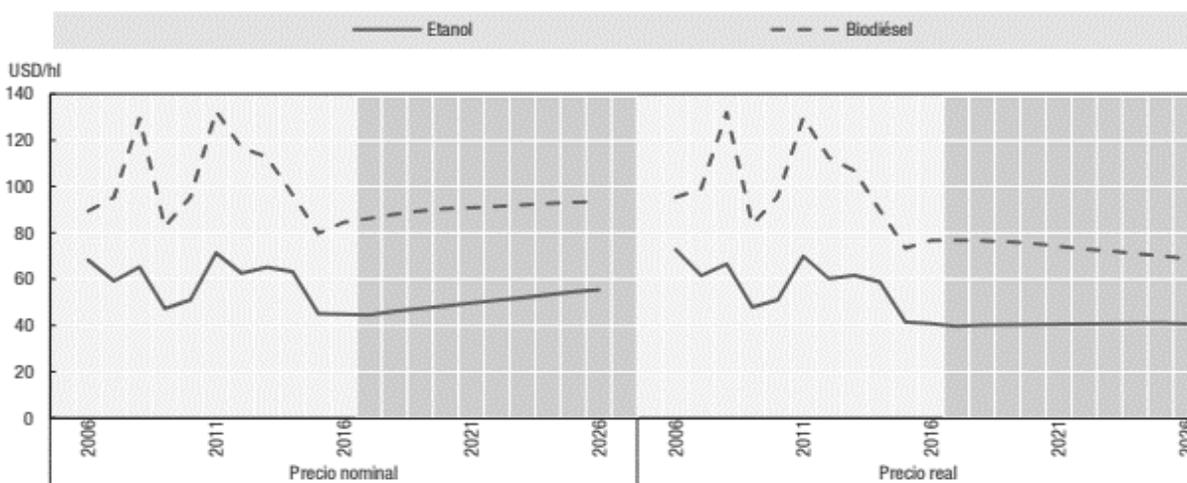
La producción de Biocombustibles en Latinoamérica aumenta con el paso de los años, Brasil, Colombia y Argentina son algunos de los países que le apuntan a la producción de Bioetanol y Biodiesel, de acuerdo con cifras tomadas del último estudio sobre biocombustibles de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe; del 100% de biocombustibles producidos el 82% corresponde a Bioetanol y el 18% a Biodiesel (CEPAL, 2011)

Se prevé que con el paso de los años los combustibles fósiles sean difícilmente de adquirir debido al aumento del precio, posiblemente duplicado, reduciendo la demanda de diésel y gasolina, por el contrario los precios de los biocombustibles ascenderán normalmente de acuerdo a su

demanda, sin embargo, a un precio mucho menor que los combustibles derivados del petróleo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

A nivel mundial se estima que el precio del bioetanol aumentara el 3% y el precio del biodiesel se incrementara un 11%, si eso ocurre, posiblemente el precio del bioetanol se estabilizaría y de acuerdo a la demanda de consumo, disminuiría el precio del biodiesel (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

Gráfica No 1. Proyección de los precios futuros de biocombustibles



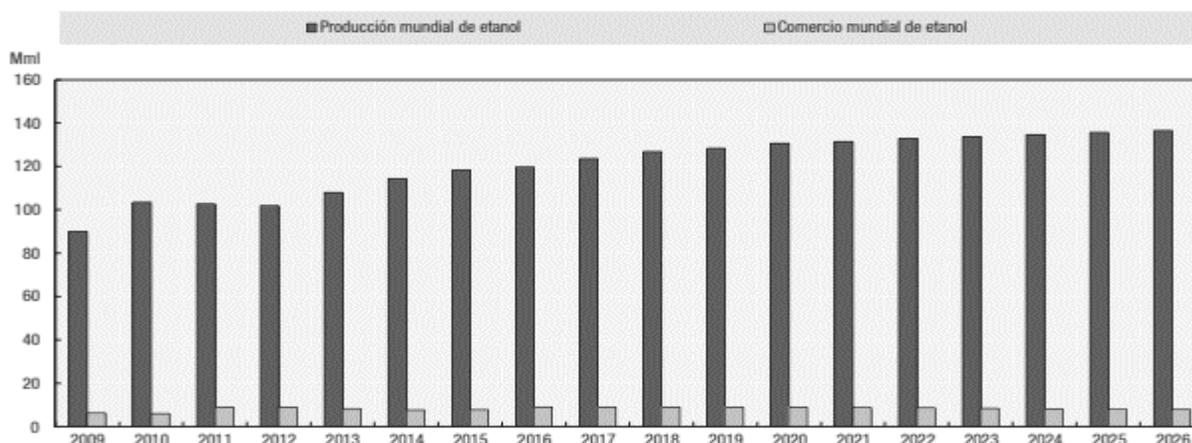
Fuente: OCDE/FAO (2017), “OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas”, Estadísticas de la OCDE sobre agricultura (base de datos), <http://dx.doi.org/10.1787/ agr-data-en>.

Los países en desarrollo como por ejemplo India y Tailandia tienen un papel fundamental para la producción de bioetanol, ya que se estima que a nivel mundial el consumo sea mayor o igual a 117 Mml, así mismo Brasil, es un país en desarrollo que consume al menos 6 Mml, representando el 35% del consumo mundial, también se encuentra que China únicamente podría consumir 1 Mml, debido a que existen provincias con normas estrictas y no pueden sobrepasar los

límites establecidos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

Estados Unidos es el mayor productor de bioetanol en el mundo, Brasil ocupa el segundo puesto, seguido por China y Región Europea. La producción mundial posiblemente aumente un 14% a lo largo de los años, en promedio 137 Mml para el año 2026, en países como: Brasil, Estados Unidos, China y Tailandia, al menos para cubrir la demanda de consumo interna. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

Gráfica No 2. Desarrollo del bioetanol en el mercado

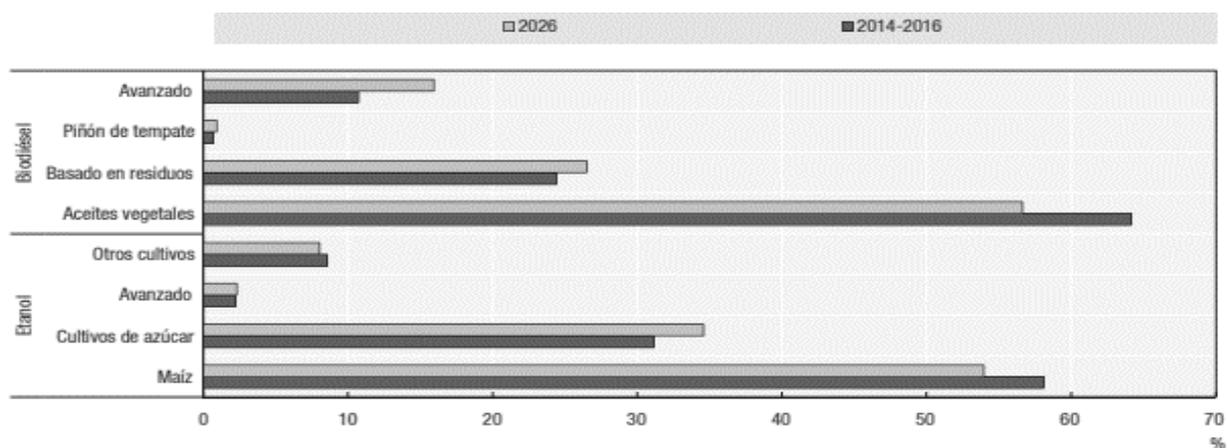


Fuente: OCDE/FAO (2017), “OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas”, Estadísticas de la OCDE sobre agricultura (base de datos), <http://dx.doi.org/10.1787/agr-data-en>.

Las principales materias primas empleadas para producir bioetanol son: caña de azúcar y cereales secundarios como el maíz (FAO, 2017).

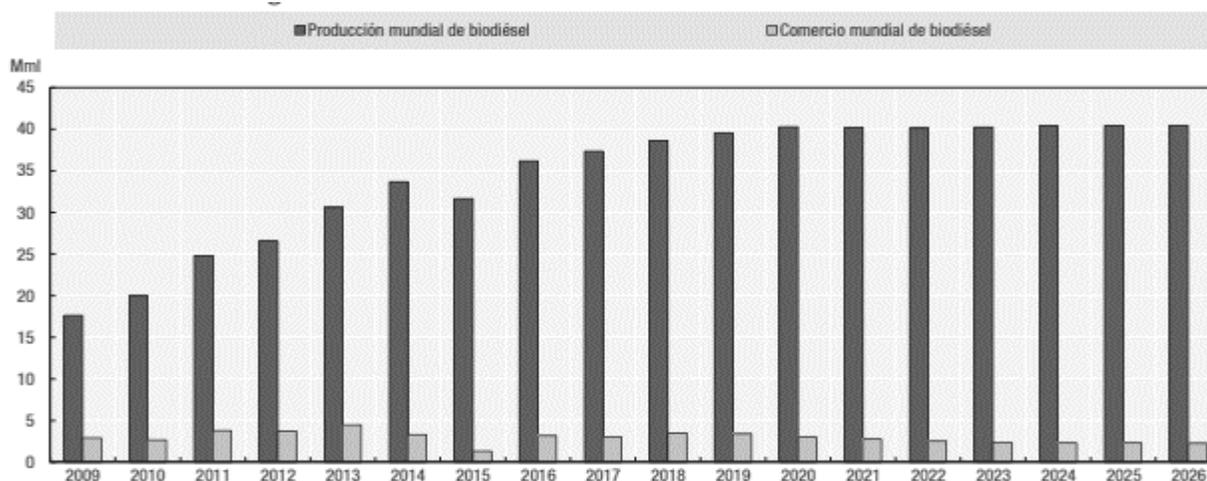
La producción de biodiésel para el año 2026 es estimada en 40.5 Mml, en este caso la unión Europea es el principal productor, utilizando materia prima como aceite vegetal (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

Gráfica No 3. Materia prima utiliza para producir biocombustibles



Fuente: OCDE/FAO (2017), “OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas”, Estadísticas de la OCDE sobre agricultura (base de datos), <http://dx.doi.org/10.1787/agr-data-en>.

Gráfica No 4. Desarrollo del biodiésel en el mercado



Fuente: OCDE/FAO (2017), “OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas”, Estadísticas de la OCDE sobre agricultura (base de datos), <http://dx.doi.org/10.1787/agr-data-en>.

A través de los años, al 2026 se estima que aumente el consumo de biodiésel 4.8 Mml, así mismo se plantea que los países desarrollados deben disminuir su consumo, para dar mayor

oportunidad de uso a los países en desarrollo, ya que en varios de estos países se cuenta con lineamientos requeridos para la mezcla de biodiésel (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Analizar los beneficios que aportan los biocombustibles al medio ambiente, de acuerdo las tecnologías y materias primas utilizadas para su producción.

3.2. Objetivos específicos

Clasificar los biocombustibles de acuerdo a la materia prima y tecnología utilizada.

Determinar las ventajas y desventajas obtenidas al reemplazar combustibles fósiles por biocombustibles.

Identificar los impactos positivos al medio ambiente a través de la producción de biocombustibles.

4. Justificación y delimitación

4.1. Justificación

El deterioro del medio ambiente, ha impulsado el desarrollo en busca de alternativas que aporten positivamente a la mala calidad del aire que tenemos hoy en día, debido a las malas prácticas y a la generación de emisiones contaminantes a la atmosfera, por lo tanto, la producción de biocombustibles es una alternativa para reducir el volumen que se genera a diario de gases de efecto invernadero (Ecopetrol, 2014).

Los biocombustibles se generan a partir de biomasa, utilizando materiales totalmente biodegradables, especialmente a base de plantas. En distintos países se utilizan diferentes tipos de materia prima para su producción, como por ejemplo: Colombia y Brasil utilizan como su principal materia prima, la caña de azúcar (Beta analityc, 2015)

Al ser una alternativa de desarrollo, los biocombustibles tienen una serie de beneficios de acuerdo a la empresa y al sector al cual pertenezcan, dichos beneficios generan rendimientos considerables y crecimiento potencial en su desarrollo, de acuerdo con la FAO, Colombia es un país que produce grandes cantidades de caña de azúcar y además cuenta con la mayor tasa de rendimiento del mercado 85,96 ton/ha. (Procolombia, portal oficial de importación de Colombia, 2017).

El hecho de reemplazar combustibles fósiles por biocombustibles, es una alternativa también para los trabajadores de cada una de las regiones y el desarrollo de los campesinos de las áreas rurales del país, ya que en las hectáreas de tierra utilizadas se necesitaría la mano de obra de muchas personas, generando oferta de empleos y mejorando su calidad de vida, a su vez se beneficiarían las tierras y el medio ambiente al promover e implementar mejores prácticas que

disminuyan los posibles impactos negativos generados durante el cultivo de materias primas y la producción de biocombustibles.

El desarrollo social y económico de los países latinoamericanos se ha visto beneficiado a través de la agricultura. La producción de biocombustibles es una opción que aporta a la economía interna de cada país, reemplazando importación de combustibles fósiles e implementando programas de producción limpia de Bioetanol y Biodiesel. (Echeverri-campusano, 2002).

4.2. Delimitación

A través de este proyecto, se pretende analizar los beneficios que aportan los biocombustibles al medio ambiente, de acuerdo con la producción actual de biocombustibles, identificar las tecnologías, procedimientos y materias primas utilizadas, determinando si a medida de que aumenta su producción, se contribuye al medio ambiente. Además teniendo en cuenta que, para el 2026 la industria de biocombustibles plantea que la demanda de producción de etanol incremente considerablemente.

Actualmente Colombia produce 1.200.000 litros por día de bioetanol, en seis refinerías, la mayoría a base de caña de azúcar, siendo posible sustituir el mayor consumo de combustibles fósiles en las estaciones de servicio del país. El sector petrolero busca aumentar un 20% la mezclas de bioetanol-gasolina y biodiesel-diésel, ya que es posible disminuir la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero generados al ambiente. (Federación nacional de biocombustibles de Colombia).

4.3. Limitaciones

La materia prima que se utiliza para producir Bioetanol y Biodiesel tiene gran demanda a nivel mundial y sus costos son muy altos, además representan el 70% del costo de producción del biodiesel (Federación nacional de biocombustibles de Colombia).

Los biocombustibles por su poder calorífico tienen un contenido energético entre un 8% y 12% menor al de los combustibles fósiles tradicionales, por lo tanto hay mayor consumo de los mismos a la hora de la combustión, entre un 20% y 30% adicional en un mismo recorrido (Federación nacional de biocombustibles de Colombia).

La producción de biocombustibles no afectaría la seguridad alimentaria, teniendo en cuenta que los costos de las materias primas son muy altos y competirían el desplazamiento de tierras para la siembra de cultivos, fortaleciendo el campo equitativamente y aportando desarrollo potencial en las áreas rurales (perspectives of biofuels production in Colombia, 2009).

Existen limitaciones de la capacidad regional, pues se deben tener en cuenta las siguientes opciones a la hora de elegir una región para la producción de materias primas: El uso del agua, ya que entre menor cantidad se utilice en el cultivo, se disminuye la contaminación al recurso, el hecho de cultivar en lugares áridos aumenta la demanda de consumo del recurso hídrico; La invasión, puesto que en ocasiones se afectan las plantaciones locales, poniendo en riesgo la biodiversidad de la región, afectando gravemente los ecosistemas; El uso de fertilizantes, ya que algunas plantaciones requieren menos nutrientes que otras; y el clima, ya que en regiones con climas fríos no es posible que se den los cultivos para biocombustibles. (Federación nacional de biocombustibles de Colombia).

5. Marco de referencia

5.1. Estado del arte:

Revisiones de Tesis asociadas a los biocombustibles producto de la búsqueda institucional, a nivel nacional e internacional:

Obtención de biodiesel a partir de aceites usados en casa habitación de la comunidad del Refugio, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C., Alfonso Álvarez Juan Antonio, junio de 2013, investigación enfocada a realizar un estudio del potencial de biomasa residual (aceite usado) que puede generar la comunidad del Refugio, establecida en el municipio de Tijuana Baja California, se realizaron pruebas para determinar si la biomasa residual puede ser utilizada para la producción de biodiesel, mediante técnicas que permitan una producción sustentable. La importancia de revisar el trabajo es la búsqueda de alternativas energéticas capaces de sustituir o minimizar el consumo de combustibles fósiles, como alternativa para contribuir con el medio ambiente, a partir de la reducción de contaminantes atmosféricos, causantes del cambio climático y lluvia acida, se obtienen aportes para el presente trabajo de grado ya que describe algunos de los aspectos a evaluar así como algunas ventajas, encontramos que la producción de biodiesel tiene un impacto económico positivo, dando independencia energética y mejorando la competitividad al usarlo, también, contribuye a la reducción de contaminación atmosférica, generando subproductos reutilizables y biodegradables, así mismo, ayudan al crecimiento y diversificación de la economía rural y calidad de vida.

Perspectivas generales de desarrollo de la industria de los biocombustibles en el Uruguay, Universidad de la Republica. Montevideo, Uruguay, Texo Juan Pablo, Betancur Carlos Ignacio, Duque Juan Pablo, octubre de 2009. El trabajo de investigación se basa en el desarrollo productivo

y utilización de los biocombustibles líquidos en Uruguay, el objetivo general es analizar la posible evolución de los biocombustibles en el corto y mediano plazo, determinando la viabilidad económica y operativa de diferentes proyectos impulsados, a fin de identificar los factores que condicionan su funcionamiento y el potencial del desarrollo sustentable del sector. La importancia de revisar el trabajo es conocer a nivel internacional el mercado de biocombustibles por sectores de producción detallando las posibilidades de expansión del mercado, identificando diversos factores que influyen y condicionan a futuro el funcionamiento del mismo, se obtienen aportes para el presente trabajo a cerca de los procesos productivos para la obtención de biodiesel y etanol, según las materias primas utilizadas , así como también, las principales ventajas y desventajas en la utilización de biodiesel y etanol respectivamente.

Producción de biocombustibles de segunda generación a partir de biomasa de origen lignocelulósico, Universidad de Zaragoza, España, Veses Roda Alberto, 2016, se aborda el problema ambiental causado por la extracción y uso de combustibles fósiles y la valorización energética de varios residuos como los neumáticos fuera de uso o la biomasa residual forestal como alternativa a la producción de un combustible líquido. La importancia de estudiar el trabajo de investigación es conocer la obtención de biocombustibles líquidos de mejor calidad en relación con los procedentes del proceso de pirolisis de biomasa lignocelulósica, por medio de la obtención de un bioaceite que presenta parámetros como menor acidez, menor contenido de oxígeno, y por tanto mayor poder calorífico y mayor estabilidad a lo largo del tiempo. Se obtienen aportes para el presente trabajo de grado a partir de las tecnologías y las materias primas trabajadas, pues existen distintas alternativas que no necesariamente utilizan materias primas que podrían ser también alimentos aumentando la demanda y generando inflación, así mismo, permite tener mayor idea de la clasificación de cada una de las materias primas, de acuerdo con el biocombustible a producir y

el proceso de elaboración llevado a cabo, considero que es un proyecto muy completo, da una visión más asertiva teniendo en cuenta que se realizó la mayor parte como procedimiento in-situ, generando mejores resultados.

Plan estratégico para la producción de biocombustibles en el Perú con enfoque de economía circular, Pontificia Universidad Católica del Perú, Broncano Morales Héctor Alberto, Cornejo Prado Pavel Orlando, Espinoza López Wolfgang David Joshua y Ríos García Pedro Agustín, julio de 2015. La investigación analiza el plan estratégico para la producción de biocombustibles en el Perú con enfoque de economía circular para el período 2015 - 2030, teniendo en cuenta los cambios a nivel energético del país y el beneficio de distintas industrias con mayor ímpetu en la economía circular para alcanzar un desarrollo sostenible. La importancia de consultar esta investigación se centra en el análisis tridimensional que pueden tener las naciones y la demanda de biocombustibles al año 2030. Así mismo, analiza también la competencia entre los distintos sectores conociendo las estrategias y estructuras para producir biocombustibles de alta calidad y así poder medir mayoritariamente el aporte al medio ambiente y la influencia de la producción de biocombustibles con enfoque de economía circular, siendo este último aspecto de gran relevancia ya que los residuos generan impacto al medio ambiente, pero si se da un enfoque de economía circular la mayoría pasarían de ser residuos a estar en la cadena productiva nuevamente y de este modo reducir los gases de efecto invernadero a la atmosfera. También me permitió ver un ejemplo asociado a la realidad y los recursos asignados que puede tener la producción de biocombustibles para dar cumplimiento a los objetivos planteados a corto, mediano y largo plazo.

Análisis de tendencias en biocombustibles para la definición de líneas estratégicas de investigación y desarrollo en Colombia, Pontificia Universidad Javeriana, Pinilla Torres Liliana, 2013. El estudio presenta un informe de la situación actual del sector de biocombustibles,

utilizando distintas bases de datos con información científica, se analiza el plano internacional, pero específicamente se realiza un diagnóstico a nivel Colombia. La importancia de analizar el presente estudio es conocer y tener información más acertada de algunos aspectos que incluyen directamente en la producción de biocombustibles, como lo son los altos precios de la energía convencional, la seguridad energética, el aumento de la población mundial y por ende la demanda del consumo de combustibles fósiles, el desarrollo rural, entre otros. Además aporta cifras detalladas de la producción de biocombustibles en Colombia y el porcentaje de mezcla actual etanol-gasolina y biodiesel-diésel, así como la producción de biodiesel y etanol clasificando las materias primas y tecnologías más utilizadas en el país.

Estudio comparativo de los biodiesel, obtenidos a partir de metanol y etanol y su adaptación a escala piloto, Universidad Nacional de Trujillo, Alva Bocanegra Manuel Ángel, Cipra Obeso Pedro José, 2015. El trabajo de investigación estudia la obtención de biodiesel mediante transesterificación de aceites vegetales y aceites usados, utilizando metanol y etanol como alcoholes en presencia de un catalizador y aplicando condiciones experimentales variadas. El presente estudio permite conocer detalladamente las propiedades del biodiesel, el desarrollo y la producción a nivel Perú y a nivel mundial, así como también, permite analizar la producción de este detallando las propiedades de las grasas y aceites como biocombustibles y la función del alcohol metílico y alcohol etílico. El aporte de este estudio al trabajo presente trabajo de grado es enriquecer la información de los procesos de tratamiento al producir biodiesel y las tecnologías utilizadas, realizando una conclusión detallada entre el biodiesel y el diésel y la cantidad de contaminantes atmosféricos emitidos a la atmosfera por medio de la combustión de cada uno.

Los efectos de los biocombustibles en la seguridad alimentaria en Colombia: Una aproximación con dinámica de sistemas, Universidad Nacional de Colombia, Martínez Jaramillo

Juan Esteban, 2015. En la tesis se evalúan los efectos que tiene la producción de biocombustibles en la seguridad alimentaria en Colombia, donde la decisión en el uso de la tierra y el uso final de la materia prima agrícola son las variables clave para analizar los efectos que tiene la política de producción de biocombustibles sobre la seguridad alimentaria. La importancia de revisar el presente estudio es identificar y conocer el estado actual del mercado de los biocombustibles y la seguridad alimentaria, teniendo en cuenta los antecedentes de la seguridad alimentaria a nivel mundial y las políticas públicas establecidas en el sector de biocombustibles, los aportes se basan en la claridad de la relación entre el sector alimentario y los biocombustibles en Colombia, así como el conflicto por el uso de la tierra, estos datos evaluados me permitieron tener una idea más acertada para resolver la incógnita planteada si realmente la producción de biocombustibles afecta la seguridad alimentaria.

Evaluación bioeconómica de la producción y consumo de biocombustibles en Guatemala, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Sandoval Guerra Milton Abel, febrero de 2019. El objetivo principal es realizar la valoración económica del consumo y producción de materias primas para la elaboración de biodiesel en Guatemala, estimando la demanda de consumidores y productores. La importancia de estudiar la tesis en mención es conocer la viabilidad de producción y consumo de los biocombustibles evaluando su impacto ambiental, social y económico, lo anterior de acuerdo con la priorización de materias primas y la calidad de estas, los conocimientos adquiridos se relacionan según el índice bioeconómico de sustentabilidad de la fabricación de los biocombustibles desde la óptica de integración de componentes o subsistemas indicados como selección de indicadores, cálculo de utilidad bioeconómica, valoración económica y valoración socio ambiental.

Evaluación de la condiciones de Cultivo Autotrófico de Microalgas *Chlorella* para la producción de Biodiesel, Universidad San Francisco de Quito, Dávila Gavilanes Ana Gabriela, mayo de 2013. En el proyecto de investigación se evaluaron las condiciones de cultivo autotróficas adecuadas para maximizar el contenido de lípidos en Microalgas *Chlorella* bajo condiciones de operación batch y semicontinuas. En una primera fase del proyecto de investigación, las microalgas fueron fortalecidas con medio con fertilizante y cultivadas en medio de proteosa. Como resultado de esta fase se obtuvo microalgas en buenas condiciones aptas para ser utilizadas en la producción de biodiesel. La importancia de conocer el trabajo es determinar como a partir de microalgas se puede obtener biocombustible sin necesidad de utilizar grandes extensiones de tierras para cultivos, además conservando características como ser biodegradable, renovable y no toxico, además cuenta con una densidad energética alta similar a los combustibles fósiles. Los aportes obtenidos se ven reflejados en la definición de ventajas y desventajas del presente trabajo de grado.

Análisis de Riesgos y Oportunidades de la producción de Biocombustibles Frente a la Seguridad Alimentaria en Colombia, Universidad Católica de Colombia, Cifuentes Ramos Astrid Carolina, Santana Borda María Camila, octubre de 2018. En la investigación se identifican los riesgos sociales, ambientales, económicos y las oportunidades de la producción de Biocombustibles frente a la seguridad alimentaria, respecto a la cantidad de hectáreas necesarias para cultivar materia prima para la producción de biocombustibles, además se analiza el porcentaje de mezcla de etanol y diésel, la producción de etanol versus la producción de diésel y los gases de efecto invernadero producidos durante todo el proceso. La importancia de analizar la tesis es profundizar en temas como riesgos y desventajas que pueden conllevar la producción de biocombustibles y como podrían estos afectar al abastecimiento alimentario, así mismo el aporte

de información, tener la certeza de los informes aplicados en diferentes perspectivas a diferentes países, evaluando datos reales a cerca de las oportunidades de los biocombustibles.

5.2. Marco teórico

Las energías renovables se definen según la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) como formas de energía que tienen una fuente prácticamente inagotable con respecto al tiempo de vida de un ser humano en el planeta, y cuyo aprovechamiento es técnicamente viable.

La biomasa, se refiere al conjunto de la materia biológicamente renovable, de la que se pueden obtener biocombustibles como el biodiesel, obtenido de aceites de plantas y el bioetanol. (Fernández-Linares, Luis Carlos, & Montiel-Montoya, Jorge, & Millán-Oropeza, Aarón, & Badillo-Corona, Jesús Agustín, 2012).

A finales del siglo diecinueve, se comienzan a utilizar hidrocarburos como fuente de energía, en el año 1885, Diésel, R., ingenio el primer motor con el fin de que funcionara con biocombustibles, especialmente a base de aceite de maní, (Salinas Callejas y Gasca Quesada, 2009).

A principios del siglo XX, en el año 1908, Henry Ford impulso el uso de combustible a base de aceite de cacahuete en motores diésel, a pesar que tuvo bastante éxito, los biocombustibles fueron dejados en el olvido ya que en Colombia se encontraron bastantes campos petroleros, dando prioridad a los combustibles fósiles, además de que el precio estuvo económico durante mucho tiempo, hasta ahora, que la tierra enfrenta el calentamiento global, y se tienen bastantes cantidades de emisiones de dióxido de carbono y otros contaminantes en el ambiente, (National Geographic).

Para el año 1979, se presentó una crisis para la economía del petróleo, incrementando los precios de la gasolina, por lo que la producción de biocombustibles fue la mejor opción, incluyendo la mezcla de gasolina y etanol, (Salinas Callejas y Gasca Quesada, 2009).

Se divulgó la ley de investigación y desarrollo de la biomasa, en el año 2000, por medio de las regiones gubernamentales de energía y de agricultura coordinando actividades de investigación sobre los biocombustibles y subproductos derivados de la biomasa, (Álvarez Maciel, 2009)

En el año 2005, entra una ley de combustibles renovables, la cual establece que se deben incorporar cierta cantidad de galones de biocombustibles a la gasolina, promoviendo estímulos fiscales para la elaboración y empleo de biocombustibles. (Álvarez Maciel, 2009)

En el año 2008, se formula el Conpes 3510, estableciendo los lineamientos de política para fomentar el uso de biocombustibles en Colombia, trabajo realizado con la participación del Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (Minambiente, 2008)

De acuerdo con la investigación de varios científicos, los biocombustibles disminuyen las emisiones contaminantes que se producen a la atmósfera, el cambio se ve mayormente reflejado en los vehículos que funcionan con biodiesel, disminuyendo así la cantidad de material particulado y dióxido de carbono, (California Environmental Protection Agency, 2006)

Los biocombustibles son una alternativa viable para aportar a cada una de las soluciones del problema energético que se presenta y avanza cada vez más rápido (Augusto, 2010). Se originan a partir de biomasa, materiales que pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos, utilizados como fuente de energía, (Ecopetrol, 2014).

La producción de biocombustibles es una posible solución renovable a partir del uso de biomasa conformada por materiales lignocelulósicos y por cultivos ricos de energía, (Cardona Alzate, 2009). Al generar alcohol carburante se determinan tres tipos de materias primas para su

producción: azúcares provenientes de la caña de azúcar, almidones provenientes de yuca y maíz y residuos lignocelulósicos (Cardona Alzate, 2009). Los principales países que más cultivan caña de azúcar son India, Colombia y Brasil, no obstante, de acuerdo con cifras de la FAO, se estima que Colombia tiene uno de los mayores rendimientos promedio de caña en el mundo.

La producción del etanol por medio de la caña de azúcar implica cinco etapas que son:

Molienda: Posterior a la recolección, la caña de azúcar se prepara y se deposita en los molinos, se aplica presión y se extraen los jugos de caña, durante este proceso se agrega agua para insaturarlos y así aumentar la cantidad de sacarosa presente, a medida que se extraen se van depositando en tranques recolectores. (Universidad Tecnológica de Pereira, 2007)

Clarificación y preparación del jugo: Los jugos de caña se precalientan para eliminar la presencia de microorganismos, posterior a este, se agrega un compuesto que permite la formación de Flóculos, lo cual permite que se retiren sólidos en suspensión presentes, seguidamente se filtran y pasan a un depósito de acidificación con pH entre 4.0 a 5.0 por medio de la adición de ácido sulfúrico, para finalizar este proceso se deben poner los jugos a una temperatura de 110°C en un lapso de tiempo de diez minutos y luego se esterilizan a una temperatura de 33°C. El proceso de fermentado dura de doce a dieciséis horas para producir alcohol de 8%. (Universidad Tecnológica de Pereira, 2007)

Destilación y deshidratación: Los jugos de caña obtenidos en la etapa de fermentación son bombeados a destiladoras que a través de intercambio de calor se llevan a 93°C aproximadamente, pasan a una columna de despojo en la que se remueven las sustancias que no se fermentaron, el agua y el escape de dióxido de carbono. (Universidad Tecnológica de Pereira, 2007)

El vapor de agua y el etanol salen por la parte superior de la columna y los líquidos y sólidos residuales salen por la parte inferior, así mismo, el tratamiento de esta vinaza se realiza en

un biorreactor anaeróbico y posterior a este se realiza un proceso aeróbico para su disposición final como abono biológico utilizado en plantaciones de caña de azúcar. (Universidad Tecnológica de Pereira, 2007)

De acuerdo con la tecnología que se aplica para su producción, los biocombustibles se clasifican en tres generaciones que son:

La primera generación aplica una tecnología que utiliza un proceso de fermentación y transesterificación de materias primas de uso alimentario (Ecopetrol, 2014). Se utilizan distintos aceites para realizar el proceso de transesterificación, pueden ser aceites de soya, palma, girasol y grasas animales o vegetales, los cuales reaccionan con el etanol produciendo biodiesel, biocombustible que puede ser mezclado con combustibles usados o puros (Cardona Alzate, 2009)

La segunda generación aplica una tecnología que utiliza un proceso termoquímico y se utilizan materias primas que no son de uso alimentario, (Ecopetrol, 2014), como por ejemplo los procesos celulósicos los cuales permiten el uso de los residuos agrícolas o cultivos como pasto, que tienen gran cantidad de biomasa principalmente por su gran altura, que puede llegar a los diez metros. En Colombia, la materia prima principalmente utilizada es la caña de azúcar, seguido de almidones provenientes de la yuca y del maíz, los cuales al ser procesados generan el alcohol carburante, categorizado de segunda generación. (Cardona Alzate, 2009)

La tercera generación aplica una tecnología en la cual se utilizan métodos de producción similares en cultivos bioenergéticos adaptados, (Ecopetrol, 2014).

Los principales biocombustibles que se producen en Colombia son: Etanol realizado por medio de caña de azúcar y de yuca y biodiesel elaborado a partir de aceite de palma, la biomasa que se utiliza para elaborar los biocombustibles puede ser vegetal o animal, la cual al ser alterada químicamente produce los biocombustibles anteriormente mencionados, como por ejemplo: el

etanol por su parte, al fermentar los jugos extraídos de la materia prima, pasa por una serie de etapas con el fin de destilar y quitar el exceso de agua y así, adecuarlo al combustible de motor, (Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia, 2010).

Las materias primas que más se utilizan en la producción de biodiesel son aceites extraídos de plantas aceitosas, cualquiera que contenga triglicéridos como girasol, palma, higuera, sebo animal, aceite de fritura usado entre otros. (Cortés Marín, E., Suarez Mahecha, H., & Pardo Carrasco, S., 2009).

El biodiesel se considera como una sustancia biodegradable, ya que en el proceso de combustión genera bajos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente CO₂, NO_x, SO_x, PM y reduce partículas sólidas menores a 10 micrones PM₁₀, adicionalmente, dentro de sus características principales se destaca por ser una sustancia que no es inflamable, toxica y explosiva, debido a que no contiene variantes que influyan en el calor al momento de realizar la combustión. Al mezclar biodiesel con diésel en cualquier medida, se ha demostrado que es viable a la hora de analizarlo en cualquiera de los usos establecidos para este. (Llanes, E. A., Rocha, J., Salazar, P., Medrano, J. 2017)

Un estudio realizado por parte de la Environmental Protection Agency (EPA), especifica que cuando se realiza la combustión de los vehículos por medio del biodiesel, es posible reducir un 47% de material particulado y 48% de monóxido de carbono en las emisiones generadas; por otra parte, determinaron el comportamiento del biodiesel a base de soya en buses de transporte público, concluyendo que se logra reducir el 68% de emisiones de PM₁₀, el 46% de emisiones de CO y el 100% de emisiones de SO_x, ya que no contiene azufre. La conclusión final se asocia a que la producción de biodiesel a partir de diferentes materias primas utilizadas, si contribuye con

la contaminación del aire por medio de la reducción de partículas emitidas a la atmosfera, al ser un biocombustible oxigenado. (Llanes, E. A., Rocha, J., Salazar, P., Medrano, J. 2017)

Debido a que la obtención de biodiésel se realiza a partir del proceso de transesterificación, durante este periodo se presentan ciertas desventajas como por ejemplo: altos requerimientos de energía, baja recuperación de la glicerina, reacciones secundarias, alto consumo de agua, entre otras. Lo anterior debido a que aunque es un método fácil de aplicar, se complica la separación del producto, puesto que la mezcla obtenida necesita varias etapas de purificación, así mismo, es posible que durante el proceso se forme jabón, por lo que es importante realizar varias etapas de lavado, consumiendo grandes proporciones de agua. (Llanes, E. A., Rocha, J., Salazar, P., Medrano, J. 2017)

Con el paso de los años se han ido adaptando otras especies, con el fin de obtener su materia aceitosa y obtener un bien energético, sin embargo debido a la gran cantidad de cultivos de los cuales pueden producirse biocombustibles, se han ido deteriorando bosques, selvas y plantaciones que son indispensables para el consumo humano, también contribuyendo al aumento del calentamiento global. (Cortés Marín, E., Suarez Mahecha, H., & Pardo Carrasco, S., 2009)

La caña de azúcar es la materia prima más utilizada para la producción de etanol en Colombia, en la cual se aprovecha el bagazo, para la generación de calor. Otros productos vegetales como el maíz también son utilizados para el proceso de generación de etanol. (Carlos Eduardo F. Young y Priscila G. Steffen, 2012).

Los biocombustibles tienen una serie de ventajas y beneficios que aportan al medio ambiente, teniendo en cuenta las materias primas y tecnologías utilizadas para su producción, el etanol al ser oxigenante, permite que se disminuya la emisión de contaminantes a la atmosfera durante el proceso de combustión en los vehículos, a su vez le da mayor poder a los motores ya

que tiene mayor octanaje lo que le permite realizar el proceso de combustión rápidamente. (Federación nacional de biocombustibles de Colombia).

Así mismo, el biodiesel es un biocombustible que aporta al medio ambiente, ya que no contiene azufre, al momento de que el vehículo realiza la combustión en el motor, no emite dióxido de azufre SO₂, el cual es uno de los principales contaminantes que más afecta la atmosfera, sin embargo los costos de su materia prima son muy elevados, debido a la alta demanda del material en el mercado (Federación nacional de biocombustibles de Colombia).

Para la producción de biodiesel, también se pueden tener en cuenta ciertas ventajas para el medio ambiente, pues se reduce la cantidad de emisiones de material particulado, y a su vez, alarga la vida del motor debido a que tienen mayor viscosidad en comparación al diésel convencional, (perspectives of biofuels production in Colombia, 2009).

Los biocombustibles en Colombia representan distintos beneficios como por ejemplo: la sostenibilidad energética, la cual contribuye a la disminución del uso de combustibles fósiles, de acuerdo con estadísticas tomadas del Ministerio de Minas y Energía, las reservas petroleras en Colombia solo abastecerán la demanda que actualmente se presenta por aproximadamente siete años, si no se encuentran más sitios de donde explorar y extraer el recurso. De este modo, al añadir 10% de etanol a la gasolina se sobrellevan por un periodo de tiempo más extenso los combustibles fósiles. (Cortés Marín, E., Suarez Mahecha, H., & Pardo Carrasco, S., 2009)

El uso adecuado de biocombustibles es benéfico para el medio ambiente ya que son biodegradables, lo que quiere decir que se degradan en aproximadamente 28 días y un porcentaje del 85%. El etanol está libre de compuestos aromáticos, benceno y azufre por lo tanto se producen menos partículas, menos emisiones y por lo tanto menos contaminación al aire, por otro lado, al realizar la mezcla con diésel se disminuyen también gran cantidad de emisiones a la atmosfera,

entre los componentes que más se logran disminuir están el material particulado, los hidrocarburos poli cíclicos aromáticos, dióxido de carbono y de azufre. (Cortés Marín, E., Suarez Mahecha, H., & Pardo Carrasco, S., 2009)

La producción de biocombustibles genera ciertas desventajas, que al ser evaluadas detiene el desarrollo, como por ejemplo: al ser más costosa su producción, hace que se facilite mayor producción y uso de gasolina a partir del petróleo, como el costo es una opción poco viable, los vehículos que más se utilizan en Colombia prefieren usar la gasolina sin mezcla alguna afectando el medio ambiente en la producción de smog y formación de ozono residual, (Cardona Alzate, 2009)

Hay gran controversia, debido a que se prevé que la producción de biocombustibles afectara el desarrollo agrícola, sin embargo existen factores que aportan a que este tipo de proyectos se lleven a cabo, tal como el aumento de la tasa de empleo, aumentar la variedad de cultivos, incluyendo los que serán utilizados para los biocombustibles. Colombia por su parte tiene una gran ventaja frente a otros países debido a la abundancia y gran variedad de materias primas, productos que son cultivados naturalmente a nivel nacional. (Cortés Marín, E., Suarez Mahecha, H., & Pardo Carrasco, S., 2009)

De acuerdo con la condición actual por la que pasa el planeta y el aumento del calentamiento global, el uso de biocombustibles se realiza con el objetivo de disminuir los impactos negativos a causa del uso de combustibles fósiles, el cual genera daños irreversibles y aumenta el impacto de los gases invernadero; pretende disminuir las emisiones de dióxido de carbono generadas por fuentes móviles. (Cortés Marín, Elkin Alonso, & Ciro Velásquez, Héctor José, & Moreno Cárdenas, Edilson León, 2011).

Las fuentes renovables de energía están siendo acogidas favorablemente para la sustitución de combustibles fósiles, ya que una de las metas más importante es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, promoviendo el aumento de la actividad económica a nivel mundial, (Carlos Eduardo F. Young y Priscila G. Steffen, 2012).

Los biocombustibles generan gran polémica ya que se considera el aumento en la demanda de tierra para cultivo, el incremento de producción de biocombustibles sería más significativo, ya que el proceso de generación de biocombustibles, si no se da mayor control e importancia, puede aumentar la deforestación, por lo tanto el aporte al medio ambiente no sería significativo, por el contrario aportaría en gran proporción al calentamiento global. Aquí hay, por lo tanto, una obvia contradicción: los biocombustibles son denominados “verdes” por reducir las emisiones de carbono de combustibles fósiles, pero en ese caso estimulan las emisiones por deforestación (Young y Steffen 2006). El efecto directo ocurre cuando el área deforestada es convertida directamente en plantaciones de materias primas para la producción de biocombustibles. (Carlos Eduardo F. Young y Priscila G. Steffen, 2012).

Además se producirán otros impactos ambientales negativos además de la inducción de más deforestación. El proceso de preparación de la tierra, cultivo y cosecha, el procesamiento y distribución del biocombustible envuelve el consumo de diésel y emisión de contaminantes. El corte manual de la caña exige la quema de la paja, lo cual resulta en fuerte generación de contaminantes atmosféricos locales. Y, al contrario de lo que muchas veces se dice, el vehículo movido por biocombustible no es menos contaminante que el movido por gasolina o diésel, lo que cambia, generalmente, es la naturaleza del contaminante (Carlos Eduardo F. Young y Priscila G. Steffen, 2012).

5.3. Marco Legal

Para impulsar el uso de etanol y biodiesel como combustible, la Ley 631 de 2001 creó los estímulos para su producción, comercialización y consumo. Adicionalmente, la Ley 939 de 2004 promovió la producción y comercialización de biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en el combustible diésel.

Así mismo, en el año 2008 se creó el Conpes 3510 Por medio del cual se establecen los lineamientos de política para promover la producción sostenible de Biocombustibles en Colombia, aprovechando las oportunidades de desarrollo económico y social que ofrecen los mercados emergentes de los biocombustibles. Por otra parte, el Plan Nacional de Desarrollo (PND), en su numeral 4.2.3, plantea que el Gobierno Nacional promoverá la competencia entre los diferentes biocombustibles, con criterios de sostenibilidad financiera y abastecimiento energético, asignando al Ministerio de Minas y Energía (MME) la tarea de evaluar la viabilidad y conveniencia de liberar los precios de los biocombustibles y promover la eliminación de los aranceles a estos productos, en caso que existan.

En el año 2011, se definió el Decreto 4892, dictando otras disposiciones aplicables al uso de alcoholes carburantes y biocombustibles para vehículos automotores, descritas en el artículo No. 1°, partir de la entrada en vigencia del presente Decreto se utilizarán en Colombia los siguientes combustibles: Gasolina motor con porcentajes de mezcla obligatoria que variarán entre el 8% y el 10% de mezcla de alcohol carburante en base volumétrica (E-8 - E-10 corriente y extra). Para uso en motores diésel, a partir del 1° de enero del año 2013, los ministerios de Minas y Energía y de Ambiente y Desarrollo Sostenible, o quien haga sus veces y mediante acto administrativo, previa consulta con la Comisión Intersectorial de Biocombustibles, podrán fijar

porcentajes obligatorios de biocombustibles superiores al 10% de mezcla obligatoria de biocombustibles.

A continuación se relacionan distintas resoluciones que regulan la modificación de los parámetros y requisitos de calidad de los biocombustibles.

Tabla 1

Modificaciones en los criterios de los biocombustibles en Colombia

Norma	Fecha	Descripción
Resolución 90963	Septiembre 10 2014	Modificación de los criterios de calidad de los biocombustibles para uso en motores diésel.
Resolución 0789	Mayo 20 2016	Modificación de los parámetros y requisitos de calidad del Etanol Anhidro Combustible y Etanol Anhidro Combustible Desnaturalizado utilizado como componente oxigenante de gasolinas y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1962	Septiembre 25 2017	Establece el indicador de cociente del inventario de emisiones de gases efecto invernadero del Etanol Anhidro Combustibles Desnaturalizado y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 40185	Febrero 27 2018	Se define el porcentaje de mezcla de alcohol carburante en la gasolina motor corriente y extra a nivel nacional (E10).
Resolución 40188	Febrero 28 2019	Se define la mezcla mínima de biocombustibles para uso en fuentes móviles utilizados en el campo minero.

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Se prevé que en Colombia la demanda de etanol incrementará, a partir de la normativa E10, teniendo en cuenta que la tasa estimada de crecimiento de la demanda de etanol es inferior a la tasa estimada de crecimiento de la demanda de combustibles fósiles, se espera que la tasa de mezcla disminuya ligeramente. La materia prima principal determinada para la producción de biocombustibles es la caña de azúcar y se proyecta el cultivo y uso de esta durante varios periodos de tiempo. En cuanto a la demanda de biodiésel, se prevé que aumente ligeramente, 1.8% al año, alcanzando una tasa de 0.7 Mml al año 2029. (OCDE-FAO, 2020)

En el año 2019, Estados Unidos por medio de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) estableció el aumento de la norma obligatoria de biocombustibles avanzados en 2020 (+0.6 Mml) y mantener la subnormativa de biodiésel a 2021 (OCDE-FAO, 2020).

Brasil por su parte tiene establecido que un gran porcentaje de flotas y vehículos deben utilizar combustible flexible, es decir que funcionan con una mezcla de gasolina y etanol anhidro (gasohol) o con E100 (etanol hidratado), la tasa de mezcla de etanol se encuentra entre el 18% y 27%, según la relación de precio entre el azúcar y el etanol nacionales. Se proyecta que el biodiésel, aumente la proporción de la mezcla entre 11% a 12% (OCDE-FAO, 2020).

Por otra parte, China dentro de sus perspectivas supone una tasa de mezcla de 2% hasta 2029, incrementando el consumo de etanol con el aumento del uso total como combustible. Se prevé que esta corresponderá a un incremento de la producción de 2 Mml y la mayor parte de producción dependerá de materias primas nacionales. El biodiésel se seguirá usando más para aceite de cocina, el cual tiene un potencial de crecimiento limitado. (OCDE-FAO, 2020)

Indonesia aplica la normativa B30 (mezcla de biodiésel 30%) orientada a la reducción de combustibles fósiles importados y aumentando su producción mediante un programa nacional, el cual brinda apoyo a los productores de biodiésel y es financiado por el fondo del aceite de palma

crudo (CPO). Se prevé que la producción de biodiésel de Indonesia se mantenga estable en cerca de 7.0 Mml para 2029.

Argentina cuenta con normatividad obligatoria, la cual establece la mezcla de 10% de biodiésel y 12% de etanol. Además estima que las exenciones fiscales seguirán impulsando el desarrollo de la industria argentina de biodiésel, exportando más de la mitad de su producción a nivel mundial (OCDE-FAO, 2020).

La Norma Canadiense de Combustibles Limpios (CFS) se encuentra en negociación y las normativas obligatorias de mezcla de las provincias promueven el uso de biocombustibles en Canadá. Si se logra la negociación de la política CFS, se pretende reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero provenientes de los combustibles fósiles consumidos. Se prevé que el coeficiente de utilización etanol-gasolina aumentará a 7% para 2029 y el coeficiente biodiésel-gasolina permanecerá en su nivel actual (OCDE-FAO, 2020).

6. Marco metodológico de la investigación

6.1. Paradigma

Paradigma cualitativo: Se contextualiza en un método de análisis descriptivo e interpretativo, se pretende analizar información a nivel internacional y nacional, para clasificar los biocombustibles según la materia prima y tecnología utilizada, determinando ventajas y desventajas al reemplazar combustibles fósiles por biocombustibles, revisando distintas fuentes de consulta desde la perspectiva de sus autores.

Paradigma positivista: Determina la posibilidad de conocer verdades de la realidad en la cual se vive, permite abordar problemas estableciendo una distancia significativa entre el investigador y el objeto de estudio, de acuerdo con Flores (2004) la investigación se analiza desde el positivismo con una postura que posiciona la realidad dentro del dominio de las leyes naturales y mecanismos. Según Usher y Bryant (1992) este paradigma establece la posibilidad de conocer la realidad, asumiendo el conocimiento como algo objetivo y susceptible de medición (Miranda. S., Ortiz, J. A. 2020).

6.2. Tipo de investigación - diseño metodológico

6.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación se basa en una investigación descriptiva-explicativa, estableciendo relaciones causa-efecto y apoyada en fuentes de carácter documental, se obtiene mediante la búsqueda de publicaciones científicas, artículos, páginas web, tesis, entre otros, con la finalidad de dar solución al problema y la pregunta problema planteada "¿La producción de biocombustibles es una alternativa viable para el medio ambiente?", dando un enfoque sistémico de análisis de una

idea clara y una respuesta explicativa, a partir de la recolección de información asertiva y una mezcla de datos, tanto cualitativos, como cuantitativos.

El contenido permite acertadamente comparar y realizar un análisis de la producción de biocombustibles y los beneficios que estos aportan al medio ambiente, de acuerdo con las tecnologías y materias primas utilizadas, así mismo, determinar las ventajas y desventajas obtenidas al reemplazar combustibles fósiles por biocombustibles y sus impactos positivos.

6.2.2. Diseño metodológico

Diseño documental: Es una técnica que consiste en la selección y compilación de información a través de la lectura y crítica de documentos y materiales bibliográficos (Baena 1985), así mismo, analiza una mezcla cualitativa y cuantitativa de las características del tema a tratar, en este caso, el comportamiento de los biocombustibles, los efectos tanto positivos como negativos que tiene sobre el medio ambiente y la variación de los gases contaminantes emitidos a la atmosfera, tratando de interpretar la realidad a través de documentos y fuentes de información.

6.3. Fuentes de información

Para el desarrollo de la revisión documental se estableció un periodo de tiempo entre los años 2008 y 2026, usando palabras claves en idioma español, las cuales determinaron las fuentes de información utilizadas para desarrollar la presente investigación son:

Primarias: Se tienen en cuenta videos de páginas web, que permiten tener una idea más clara sobre la producción de biocombustibles y los impactos positivos y negativos generados al medio ambiente, así mismo, se tiene en cuenta información relacionada en tesis doctorales, revistas y normas.

Secundarias: Se generan distintas hipótesis por medio de fuentes de información como artículos de revista y resúmenes de trabajos científicos.

Terciarias: Al consultar bibliografías y libros de texto se ratifica la información relacionada en algunas fuentes anteriormente mencionadas y se integra el instrumento según la necesidad del análisis.

Tabla 2
Ecuaciones de búsqueda

Idioma	Ecuaciones de búsqueda
Español	Biocombustibles: Contexto Latinoamericano y Mundial
Español	Ventajas y desventajas de los biocombustibles
Español	Seguridad alimentaria y biocombustibles
Español	Impactos ambientales de los biocombustibles
Español	Viabilidad económica de los biocombustibles
Español	Biocombustibles y el cambio climático

Fuente: Elaboración Propia, 2021

6.3.1. Bases de datos consultadas

La recolección de datos y las cifras estadísticas fueron tomadas de bases de datos consultadas a través de la plataforma virtual OECD iLibrary (<https://www.oecd-ilibrary.org>) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). El criterio de selección de las bases de datos se realiza a través de búsquedas preliminares de la temática perspectivas agrícolas seleccionada entre los años 2017 y 2026, determinando informes especialmente IEA World Energy Outlook (Perspectivas de la energía mundial) de la Agencia Internacional de Energía (AIE) los cuales se basan en proyecciones de materia de energía.

También se tiene en cuenta información de artículos de revistas de investigación, ingeniería, medicina, latinoamericanas, entre otras, así como, información tomada de distintas páginas web empresariales como Ecopetrol y la Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia, las cuales suministran información acerca del papel de los biocombustibles en el marco del desarrollo sostenible, inversiones y economía en el sector.

6.3.2. Filtros Metodológicos

La depuración de la información encontrada se basó en los criterios de búsqueda definidos de acuerdo con la importancia definida para la presente investigación, para esto se definieron los siguientes filtros metodológicos:

Año de publicación: Con el fin de tener información asertiva y conocer la evolución que han tenido los biocombustibles con el paso de los años, se seleccionó el rango de años, teniendo en cuenta desde el 2008 hasta la información proyectada al año 2026.

Tipo de revistas: Se contemplaron artículos de revistas de ingeniería en contextos mundial y a nivel Latinoamérica, de investigación y desarrollo educativo.

Temática: Se realizó una depuración manual y detallada, con el fin de prevenir filtrar información que desviara el contexto de la viabilidad de la producción de biocombustibles y el aporte al medio ambiente.

6.4. Criterios de Inclusión y Exclusión.

Los criterios de inclusión que se tienen en cuenta en la presente investigación se asocian todos al medio ambiente y el calentamiento global, el estado de los recursos naturales, la generación de gases de efecto invernadero a la atmosfera, a partir del uso de combustibles fósiles,

las tecnologías utilizadas para la producción de biocombustibles y las ventajas y desventajas que tienes para contribuir al medio ambiente. Por otra parte la inclusión de criterios sociales, el desarrollo rural y social a nivel mundial a partir de la producción de biocombustibles y la seguridad alimentaria local.

Los criterios de exclusión en la presente investigación son los debates sobre la apropiación de tierras o la adquisición de terrenos a gran escala para la producción de biocombustibles, ya que es importante tener información clara y elaborar una visión sobre el concepto de tierra disponible para el cultivo de materias primas, además teniendo en cuenta que actualmente existe una polémica nivel mundial, distintos cuestionamientos sobre si la mayoría de tierras están destinadas para este tipo de uso y la afectación a la seguridad alimentaria.

6.5. Recolección de información

Para la recolección de datos se usaron técnicas de búsqueda de información en la web y herramientas de cómputo, audio y video, utilizadas para desarrollar los sistemas de información como la observación directa, registros y presentación de informes

Población: El consumo de combustibles fósiles presenta gran demanda a nivel mundial y el calentamiento global es una problemática que nos involucra a todos; por ende, se analiza esta situación en distintos países y concluye como el uso de biocombustibles apalancaría la gran demanda por el uso de combustibles fósiles y reduciría el deterioro al medio ambiente. También se tiene en cuenta es el conjunto total de individuos a nivel mundial, ya que los combustibles fósiles alcanzan el 80% de la demanda actual de energía primaria y el sistema energético es la fuente de aproximadamente dos tercios de las emisiones globales de CO₂ (Organización Naciones Unidas, 2020)

La muestra elegida para la investigación se determina de acuerdo con la demanda de producción y consumo de combustibles fósiles a nivel mundial, determinando los mayores productores de materia prima y aplicación de tecnologías utilizadas para la producción de biocombustibles.

Materiales: Los materiales utilizados para recolectar la información son de carácter documental, así mismo, equipos de cómputo, audio y video para consulta.

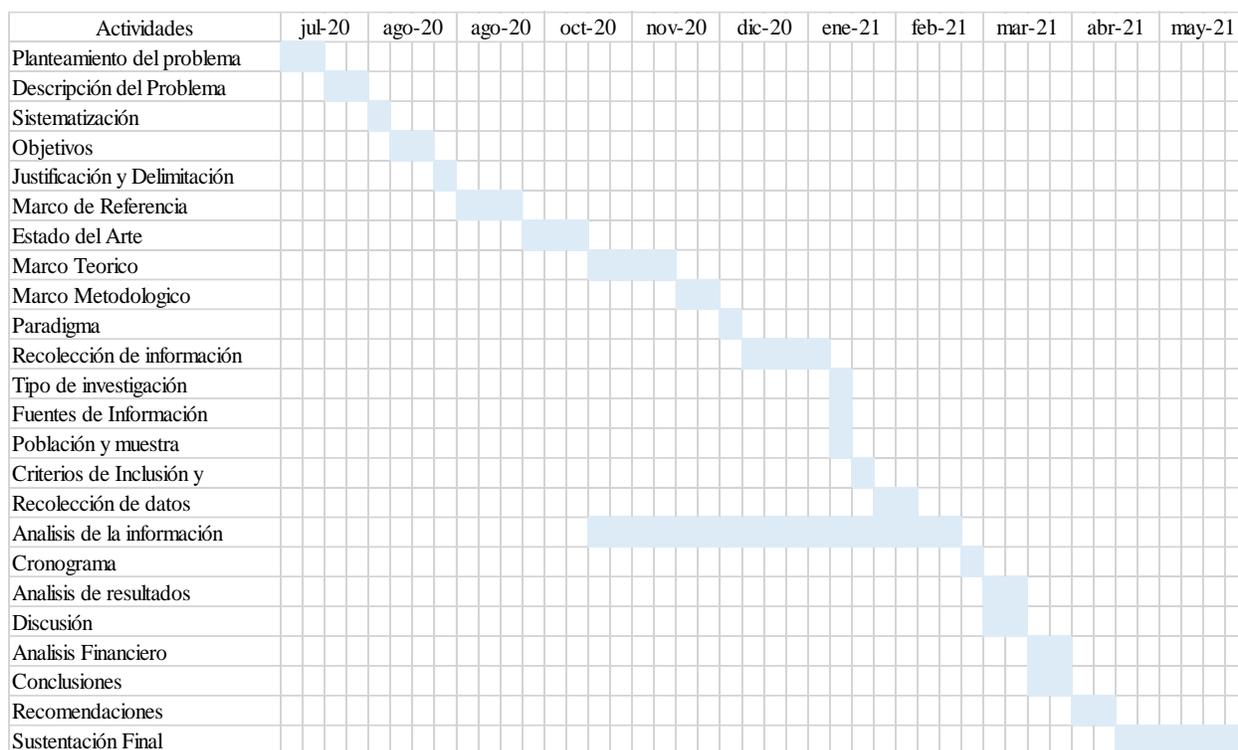
Técnica: Se crea el documento con base en la norma APA y los lineamientos estipulados en dicha normativa, teniendo en cuenta gramática y ortografía precisa.

Procedimiento: El análisis de los beneficios que obtiene el medio ambiente a partir de la producción de biocombustibles se basa en el planteamiento de un problema de investigación y una pregunta redactada en coherencia al título y el objetivo general del proyecto, a partir de este momento se recolecta la información necesaria y se construye el presente documento.

7. Cronograma

La duración del proyecto se estima aproximadamente en 10 meses, a continuación se presenta el esquema en el cual se exponen cada una de las actividades y el tiempo para su realización.

Gráfica No 12. Cronograma de Actividades



Fuente: Elaboración Propia, 2021

8. Resultados

8.1 Análisis de la información

8.1.1. Gestión y Análisis de datos

De acuerdo con la búsqueda descrita en el presente documento, se depuran los documentos a revisar dentro del periodo de tiempo seleccionado, se obtienen un total de 232 artículos relacionados a los biocombustibles y al aplicar la depuración de filtros metodológicos se obtiene un total de 24 publicaciones que contienen información asertiva de acuerdo con el objetivo de la consulta.

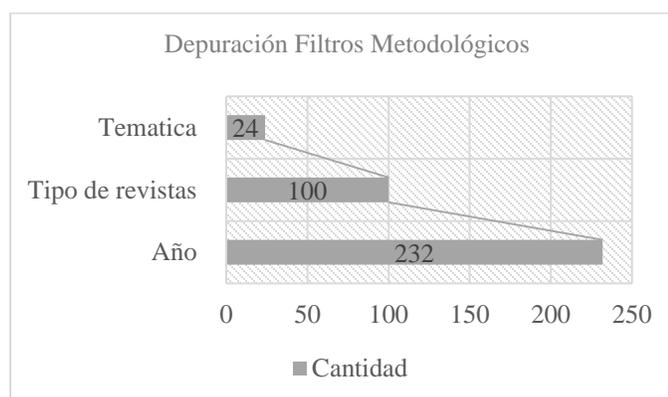
Tabla 3
Filtros Metodológicos de la búsqueda inicial

Filtros	Cantidad	Porcentaje
Año	232	100%
Tipo de Revistas	100	43%
Temática	24	0,11%

Fuente: Elaboración Propia, 2021

La tabla anterior relaciona la cantidad de publicaciones por año, tipo de revistas y temática obtenidos en la revisión documental, identificando 24 de documentos asertivos que incluyen información sobre el contexto a nivel Latinoamericano y Mundial de los biocombustibles y cada uno de los aspectos a evaluar en la investigación.

Gráfica No 5 Depuración de Filtros Metodológicos

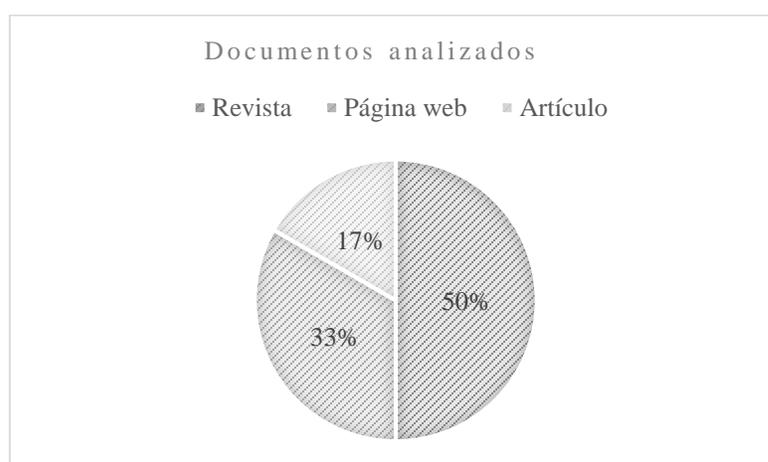


Fuente: Elaboración Propia, 2021

8.1.2. Indicadores de búsqueda

Se analizan las bases de datos consultadas y las ecuaciones de búsquedas de los 24 documentos obtenidos en la aplicación de filtros metodológicos. El 50% del total de documentos de consulta se llevó a cabo por medio de revistas de investigación, el 33% corresponde a consultas realizadas en páginas web y el 17% consultado en artículos libres de diferentes autores.

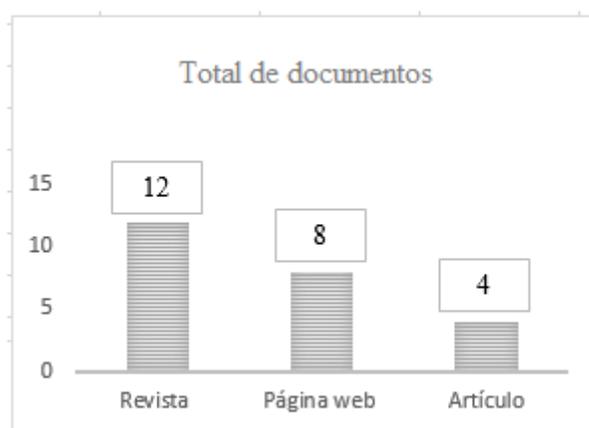
Gráfica No 6 Indicadores de búsqueda



Fuente: Elaboración Propia, 2021

En la siguiente gráfica, evidenciamos que 12 revistas consultadas suministran información de gran interés principalmente en temas asociados a biocombustibles y medio ambiente, así mismo, 8 páginas web consultadas especialmente de grupos empresariales y autoridades ambientales que suministran información acerca del componente socio económico y la sustentabilidad de los biocombustibles en el entorno y 4 artículos de diferentes autores, los cuales permiten analizar distintos puntos de vista en cuanto a tecnologías y producción de los biocombustibles con distintas materias primas.

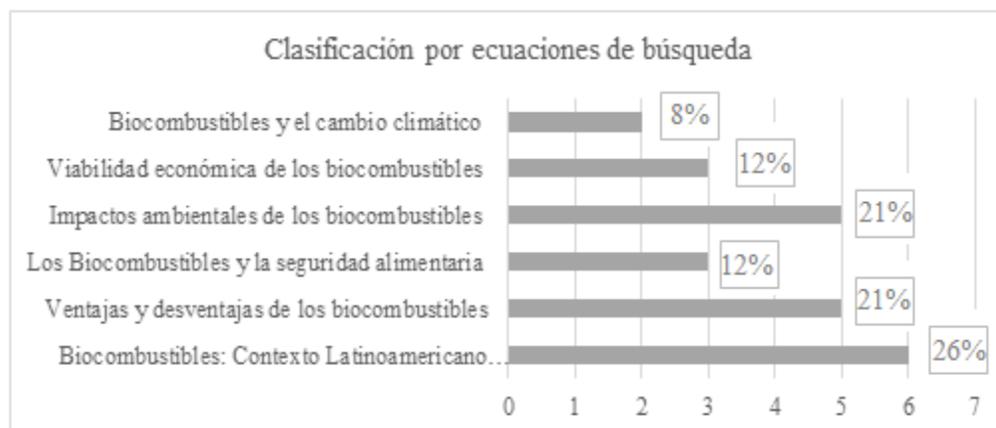
Gráfica No 7 Documentos obtenidos por ecuación de búsqueda



Fuente: Elaboración Propia, 2021

Se analizan las bases de datos consultadas y ecuaciones de búsqueda para llevar a cabo la investigación, se determina que la mayor cantidad de resultados que aportó la búsqueda fue de documentos asociados al contexto Latinoamericano y Mundial de los Biocombustibles, el porcentaje de búsqueda del total de documentos fue del 26%, seguido de los impactos ambientales generados y las ventajas y desventajas de los mismos con un porcentaje de 21% cada uno.

Gráfica No 8 Documentos obtenidos por ecuación de búsqueda

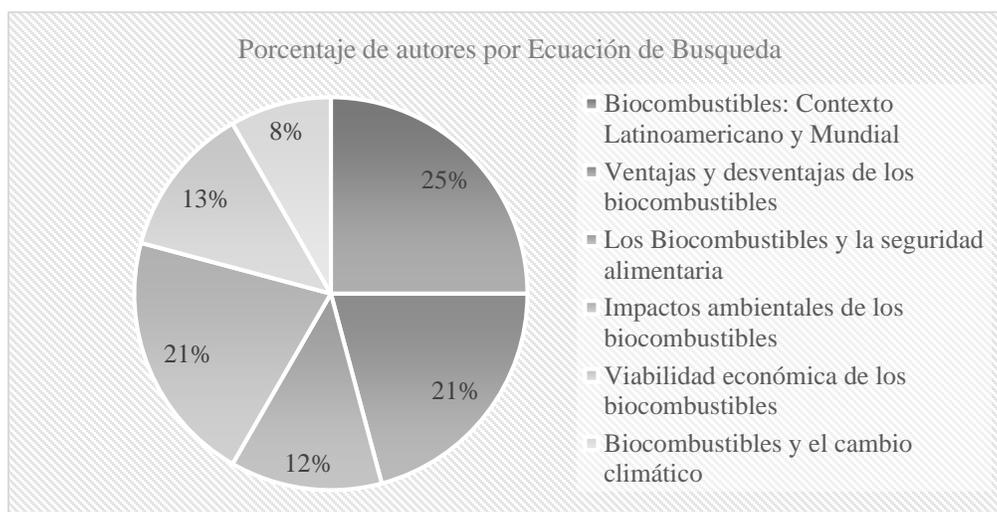


Fuente: Elaboración Propia, 2021

8.1.3. Indicadores por autor

Los documentos revisados para la alimentación del análisis de información fueron aportados por distintos autores y fuentes de información, especialmente en revistas de investigación y ciencia, se interpreta la información asertivamente, aunque algunos autores tienen profesiones y roles diferentes, la información es asertiva, permitiendo sacar buenas conclusiones en el presente trabajo. En la siguiente grafica se evidencia el porcentaje de autores que corresponde a cada una de las ecuaciones de búsqueda:

Gráfica No 9 Porcentaje de autores por ecuación de búsqueda



Fuente: Elaboración Propia, 2021

De la gráfica anterior se observa que el promedio de autores es de 4, en la mayoría de los casos dedicados a ciencia e investigación, postulando una tendencia alta de colaboración académica a nivel mundial, abordando cada una de las incógnitas sobre la viabilidad de los biocombustibles al reemplazar los combustibles fósiles y el aporte al medio ambiente.

8.1.4. Indicadores de publicación

Las características de publicación por año, permite realizar una trazabilidad del avance y la fuerza de investigación por año, así como las revistas en las cuales se analiza el conocimiento a partir de investigaciones académicas plasmadas a partir de la problemática surgida por la producción de biocombustibles y su viabilidad con el medio ambiente. En la siguiente grafica

podemos evidenciar, que de los documentos de investigación tomaron fuerza entre los años 2016 y 2020, siendo este año con mayor número de publicaciones con información específica para la presente investigación.

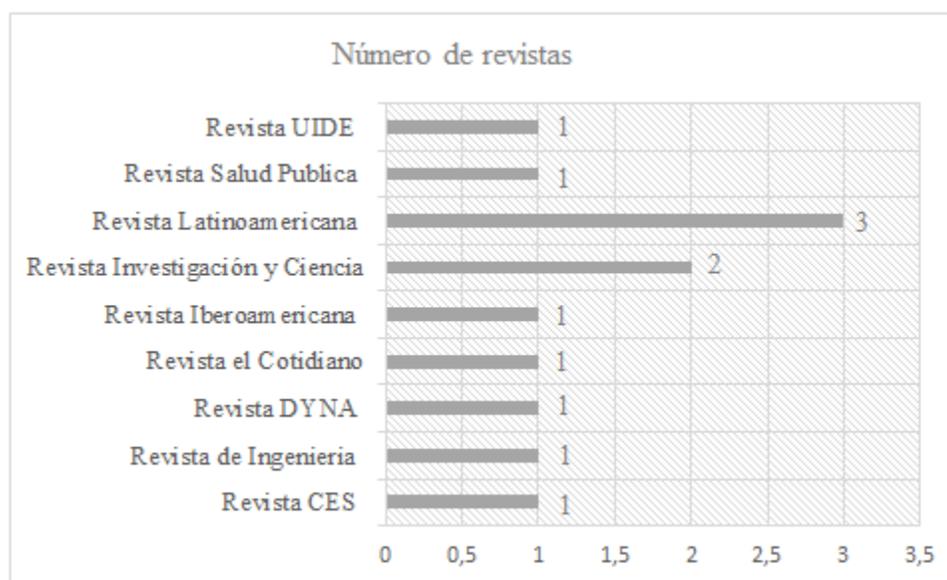
Gráfica No 10 Numero de publicaciones por año



Fuente: Elaboración Propia, 2021

Con relación a las revistas consultadas, se realiza una discriminación por temática y se concluye que de acuerdo con la información analizada en las revistas de investigación, dentro de las más completas se encuentran la revista Latinoamericana y la revista de investigación y ciencia abordando los temas principales de biocombustibles y el medio ambiente.

Gráfica No 11 Numero de revistas consultadas



Fuente: Elaboración Propia, 2021

8.1.5 Ventajas y Desventajas de los Biocombustibles

En la siguiente tabla se presenta la relación de las ventajas y desventajas para el medio ambiente y otros factores sociales y económicos, mediante la producción de biocombustibles en general, incluyendo cualquier tecnología a implementar, así como las materias primas:

Tabla 4
Ventajas y Desventajas de los biocombustibles

Ventajas	Desventajas
Sostenibilidad energética	Uso de grandes proporciones de recursos naturales
Biodegradables	Costos altos de la materia prima
Reducción de Emisiones	Aumento de la deforestación
Reducción de Contaminantes a la atmosfera	Generación de contaminantes atmosféricos locales
Aumento de la actividad Económica Mundial	La viabilidad económica depende del precio de la biomasa

Generación de empleo	Contenido energético inferior al de los combustibles fósiles
Buenas practicas sostenibles	Producción costosa
Estabilidad y densidad energética alta	Ausencia de seguridad alimentaria
Aporte positivo a la vida útil de los motores	Uso de fertilizantes
Materias primas renovables	
Tecnologías sostenibles	

Fuente: Elaboración Propia, 2021

8.2 Análisis e interpretación de los resultados

Los biocombustibles utilizan distintas tecnologías para su producción, dentro de las más representativas encontramos 3 que son: La primera generación, la cual a partir de un proceso de fermentación y transesterificación de materias primas de uso alimentario, cultivados específicamente para producción de biocombustibles; La segunda generación, se utiliza a partir de un proceso termoquímico y se usan materias primas que no son de uso alimentario, biocombustibles fabricados a partir de cualquier tipo de biomasa como por ejemplo residuos agrícolas o pasto; y la tercera generación aplica una tecnología utilizando métodos de producción similares en cultivos bioenergéticos adaptados, basados en el aprovechamiento de plantas acuáticas, especialmente las especies de algas ya que contienen gran cantidad de aceite natural.

El principal impacto negativo a la atmosfera se da en los vehículos que realizan su proceso de combustión por medio de combustibles fósiles, ya que estos contaminan el ambiente de forma acelerada, especialmente cuando trabajan con diésel, teniendo en cuenta la investigación realizada, es viable que los biocombustibles, en este caso, el biodiesel aporte la disminución de emisiones contaminantes, los más destacados son el dióxido de carbono y el material particulado. (California Environmental Protection Agency, 2006). Así mismo, es posible disminuir al 100% las emisiones

de dióxido de azufre si se trabaja con este biocombustible ya que no contiene azufre, no obstante, es importante mencionar que su producción es costosa, ya que la producción de materia prima requiere bastante inversión, así como también la alta demanda de los materiales en el mercado (Federación nacional de biocombustibles de Colombia).

Por otra parte, si el vehículo es a gasolina, el etanol también contribuye positivamente para disminuir las emisiones contaminantes a la atmosfera, ya que permite realizar el proceso de combustión rápidamente, dándole mayor poder al motor debido a su gran porcentaje de octanaje. (Federación nacional de biocombustibles de Colombia).

Dentro de las ventajas de los biocombustibles encontramos:

- La sostenibilidad energética ya que su producción contribuye a la disminución de uso de combustibles fósiles.

- Si se realiza un uso adecuado de biocombustibles se beneficia el medio ambiente, ya que son biodegradables, es decir, que en aproximadamente 28 días se degrada el 85% de estos.

- Los biocombustibles producen menos emisiones y por ende hay menos contaminación del aire, el etanol por su parte está libre de compuestos aromáticos, benceno y azufre, produciendo menos partículas y el biodiesel logra disminuir en grandes proporciones material particulado, hidrocarburos poli cíclicos aromáticos, dióxido de carbono y de azufre.

- Aumento de la actividad económica mundial, ya que las fuentes de energía renovables se acogen favorablemente en cada uno de los mercados para la sustitución de combustibles fósiles.

- Genera empleo, especialmente para los campesinos ubicados en áreas rurales, debido a que si aumenta la demanda de biocombustibles, se necesita mayor mano de obra para las hectáreas de tierra que se vayan a utilizar, así mismo mejorando su economía y por ende su calidad de vida.

- Es posible, producir biocombustibles implementando buenas prácticas que disminuyan los impactos negativos generados al ambiente durante el cultivo de materias primas.

- Los biocombustibles son estables y cuentan con una densidad energética alta, por lo que es posible utilizarlos con las tecnologías e infraestructuras actuales realizando pequeñas modificaciones, así mismo se facilita su transporte.

- Se adaptan fácilmente a los diseños de los motores existentes, contribuyendo a la vida útil de los mismos, pues reducen costos ya que es posible que por medio de su combustión se disminuya la contaminación del motor y por lo tanto requiere menos mantenimiento.

- Los biocombustibles se pueden producir a partir de recursos renovables, lo que indica que su el porcentaje de agotamiento es bajo, mientras que el uso de combustibles fósiles llegara a un punto en el que posiblemente se agoten las reservas y no hayan puntos de extracción del recurso.

- Reducen hasta el 65% de gases de efecto invernadero, adicionalmente, mientras están sembrados los cultivos, absorben parcialmente el monóxido de carbono.

Dentro de las desventajas de los biocombustibles encontramos:

- De una u otra forma se emplean recursos naturales como el agua y el suelo.

- La materia prima que se utiliza para producir Bioetanol y Biodiesel tiene gran demanda a nivel mundial y sus costos son muy altos

- Si no se realiza un control operacional efectivo para el cultivo de materias primas, es posible que la deforestación aumente y por lo tanto el aporte al medio ambiente no sería significativo.

- Para la producción de bioetanol, si la materia prima principal es la caña de azúcar, el corte manual de esta exige la quema de paja, por lo que si no es controlada, se generan gran cantidad de contaminantes atmosféricos locales.

- La viabilidad económica de los biocombustibles también depende del precio a nivel mundial de la biomasa, ya que esta se afecta por el costo de los productos alimenticios, es decir que, si aumenta la demanda de etanol a base de maíz, también aumentaría significativamente el precio del producto alimentario, causando inflación y afectación a nivel mundial.

- Tienen un contenido energético entre un 8% y 12% menor al de los combustibles fósiles, por lo que aumenta el consumo en un 20% y 30% más de los mismos a la hora de la combustión en un mismo recorrido.

- Al ser más costosa su producción, hace que se facilite mayor producción y uso de gasolina y diésel a partir del petróleo, ya que si el costo es una opción poco viable, los vehículos prefieren usar combustibles fósiles.

- En varios proyectos, se ocupan tierras para cultivar materias primas, las mismas que podrían utilizarse para la producción de alimentos, disponer cada vez más hectáreas para este fin podría traer graves consecuencias en el uso del suelo.

- Al usar fertilizantes para los cultivos de materiales primas, se contaminara el recurso suelo y a través de este vías fluviales.

8.3. Discusión

Dando respuesta a la pregunta planteada ¿La producción de biocombustibles es una alternativa viable para el medio ambiente?, considero que sí, los biocombustibles al igual que muchos procesos de producción de diferentes materias primas, generan ciertamente un impacto negativo al ambiente, no obstante, al realizar un proyecto detallado y un manejo adecuado en su producción, en el cual se incluyan programas de prevención y mitigación, es posible contribuir positivamente al medio ambiente.

Como bien sabemos, el calentamiento global es una realidad, si no actuamos pronto, cada vez se va ver deteriorado en grandes proporciones el planeta, la temperatura se ha ido incrementando con el paso de los años de manera acelerada y una de las principales causas es la generación de gases de efecto invernadero emitidos a la atmosfera, especialmente producidas por el hombre mediante el uso de combustibles fósiles y como consecuencia de nuestras acciones los fenómenos naturales cada vez son más intensos, considero importante tomar acciones urgentes para contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero, una de esas acciones es dar mayor importancia al rol que cumplen los biocombustibles al medio ambiente, además de las grandes ventajas que favorecen su uso y producción en el mercado, aumentando la demanda a nivel mundial.

Los biocombustibles son sostenibles energéticamente, su estabilidad y densidad energética es alta, son biodegradables, reducen las emisiones y por ende los contaminantes en la atmosfera, su producción permite implementar buenas practicas sostenibles y tecnologías limpias, por otra parte, existe una controversia mundial debido a que se deben usar grandes proporciones de recursos naturales agua y suelo, así mismo aumentando la deforestación de grandes hectáreas para el cultivo de materias primas; por esta razón es importante escoger la tecnología a utilizar más favorable, me inclino mucho por usar tecnologías de segunda y tercera generación, ya que los biocombustibles se producen a base de materias primas que no son de uso alimentario como biomasa lignocelulósica, residuos agrícolas, pasto y distintas especies de algas, en estas tecnologías no es necesario disponer millones de hectáreas de tierra para el cultivo de las materias primas, si no que por el contrario en las tecnologías de segunda generación se pueden cultivar en tierras que no son aptas para el cultivo de alimentos de manera efectiva y por ende el cultivo no requeriría consumir mucha agua o fertilizantes y para las materias primas utilizadas en tecnologías de tercera

generación, es posible realizar el cultivo de algas en estanques de plantas de tratamiento de aguas residuales, por lo que no implicaría el uso de tierras de cultivo ni de agua dulce.

Por lo anterior, respondo otra de las grandes incógnitas que se generan a nivel mundial y es que existen especulaciones que indican que por el hecho de producir biocombustibles se estaría afectando la seguridad alimentaria, considero que no, ya que a nivel mundial se deben aplicar las distintas tecnologías de acuerdo a la ubicación en la que se encuentren los productores, por ejemplo, si se usara siempre en todo el mundo la primera generación, la cual utiliza un proceso de fermentación y transesterificación de materias primas de uso alimentario, si podría haber una afectación de la seguridad alimentaria, pero la realidad es otra, de acuerdo con la zona de ubicación geográfica, pues algunas de las materias primas se dan únicamente en países tropicales como es el caso de Colombia, es uno de los países que por su ubicación, es posible cultivar en mayor proporción la caña de azúcar, usando tierras específicamente para el cultivo de estas materias primas, además se tiene en cuenta que la mayoría son suelos que han perdido su capacidad de producción debido a la sobreexplotación, denominándolos “pasturas degradadas”, en este caso el recurso suelo y la seguridad alimentaria no se verían afectados.

Así mismo, hay países en los cuales el clima no es favorable para el cultivo de materias primas como la caña de azúcar o el maíz, por lo que tienen que recurrir a otras tecnologías, tanto de segunda generación como de tercera generación para producir los biocombustibles a nivel local, por lo tanto, se cree que siempre se podría tener un equilibrio en el cultivo de materias primas a nivel mundial para la producción de biocombustibles sin afectar la seguridad alimentaria, además los costos de las materias primas debido a la demanda de estas, son muy altos y competirían el desplazamiento de tierras para la siembra de cultivos, fortaleciendo el campo equitativamente y aportando desarrollo potencial en las áreas rurales

Es importante comenzar a implementar normatividad ambiental más estricta que favorezca la producción y uso de biocombustibles, así mismo, que proteja el medio ambiente y los recursos naturales, ya que con el paso de los años no se encontraran sitios donde explotar y extraer combustibles fósiles, por ende el porcentaje de mezcla entre biocombustibles y combustibles fósiles debería ser mayor, teniendo en cuenta que las tecnologías de producción más limpia avanzan cada día más y que las reservas petroleras se agotan, por ejemplo, en el caso de Colombia, se producen 1.200.000 litros por día de bioetanol, en seis refinerías, la mayoría a base de caña de azúcar, por medio de normatividad ambiental se podría considerar el aumento de un 20% las mezclas de bioetanol-gasolina y biodiesel-diésel, ya que con estas mezclas es posible reducir en gran cantidad los gases de efecto invernadero emitidos a la atmosfera, si la mayoría de países implementaran estrategias de este tipo, seguramente podríamos disminuir toneladas anuales de contaminantes y además el desarrollo social y económico a nivel mundial se vería beneficiado.

9. Análisis Financiero

A continuación se relaciona el análisis financiero estimado para el presente proyecto, teniendo en cuenta el costo del proceso, el tiempo estimado, los recursos necesarios, utensilios, equipos, materiales y mano de obra especializada: Se concluye que al finalizar el proyecto, el costo total es de \$ 28.700.000.

Tabla 5
Análisis Financiero

Descripción	Unidades (meses)	Valor unitario	Total
Mano de Obra	11	\$ 1.500.000	\$ 16.500.000
Internet	11	\$ 85.000	\$ 935.000
Equipo de Computo	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Minutos	11	\$ 45.000	\$ 495.000
Equipo móvil	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Energía Eléctrica	11	\$ 70.000	\$ 770.000
Alimentación	11	\$ 500.000	\$ 5.500.000
Otros gastos	-	\$ 500.000	\$ 500.000
Total	11	\$ 6.700.000	\$ 28.700.000

Fuente: Elaboración Propia, 2021

10. Conclusiones

- Al analizar los beneficios que aportan los biocombustibles al medio ambiente y de acuerdo con las tecnologías sostenibles y materias primas utilizadas para su producción, se concluye que los biocombustibles son una alternativa viable para el medio ambiente, con el fin de contribuir al cambio climático, teniendo en cuenta que tanto el bioetanol, como el biodiesel, son biodegradables y a su vez reducen las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

- Se clasifican los biocombustibles de acuerdo a la materia prima y tecnología utilizada, identificando tres tecnologías primera, segunda y tercera generación, se concluye que dependiendo de la ubicación geográfica del productor de biocombustibles, se debe escoger la tecnología más acertada, teniendo en cuenta la demanda de las materias primas y los costos de producción.

- Al determinar las ventajas y desventajas obtenidas al reemplazar combustibles fósiles por biocombustibles, concluyo que las ventajas prevalecen sobre las desventajas, teniendo en cuenta que a pesar que en algunos casos se realiza una afectación al medio ambiente, como por ejemplo por el uso de recursos naturales o el aumento de la deforestación, siempre se puede buscar una alternativa viable de prevención y mitigación de los impactos negativos por medio de buenas prácticas sostenibles antes, durante y después de su producción.

- Se identifican los impactos positivos al medio ambiente a través de la producción de biocombustibles, el más representativo en el presente proyecto es la reducción de gases de efecto invernadero CO₂, NO_x, SO_x, y PM, en grandes porcentajes de acuerdo con la actividad realizada.

11. Recomendaciones o propuestas de solución

- Siempre es importante realizar un análisis detallado del biocombustible que se quiera producir, haciendo buena elección de materias primas y tecnologías adecuadas de acuerdo con la ubicación geográfica del productor.

- Debido a que actualmente existen distintas investigaciones sobre los biocombustibles, es importante realizar un análisis comparativo de todos los aspectos que incluyen la generación de biocombustibles y así mismo, regular normativa para el cumplimiento del uso de biocombustibles como energías limpias sostenibles.

Referencias Bibliográficas

- Acosta, O., Chaparro, A., (2009). Biocombustibles, Seguridad Alimentaria y Cultivos Transgénicos. *Revista Salud Publica 11*, (2), 290-300.
- Álzate C. A. C. (2009). Perspectivas de la producción de biocombustibles en Colombia: contextos latinoamericano y mundial. *Revista de ingeniería*, (29), 109-120.
- Cortés, E., Suarez, H., & Pardo, S. (2009). Biocombustibles y autosuficiencia energética. *Revista DYNA*, 76 (158), 101-110.
- Cortés, E., Ciro, H., & Moreno, E. (2013). Biocombustibles: búsqueda de alternativas. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 6 (2), 118-123.
- Young, C. E., & Steffen, P. G. (2008). Biocombustibles como estrategia de desarrollo. ¿Rumbo hacia la sustentabilidad o hacia una nueva periferia? *Polis. Revista Latinoamericana*, (21).
- Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia. (2010). Preguntas frecuentes sobre los biocombustibles. Fedebiocombustibles. En línea, en [http://www.fedebiocombustibles.com/nota-web-id923.htm Retrieved 12 September 2020]
- Fernández-Linares, Luis Carlos, & Montiel-Montoya, Jorge, & Millán-Oropeza, Aarón, & Badillo-Corona, Jesús Agustín (2012). Producción de biocombustibles a partir de microalgas. *Ra Ximhai*, 8 (3b), 101-115.
- Instituto de Hidrología. Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). Efectos de los biocombustibles en el medio ambiente. En línea, en [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021402/EfectosAmbientales.pdf]
- Llanes, E. A., Rocha, J., Salazar, P., Medrano, J. (2017). Producción e impacto del Biodiesel: Una Revisión. *Revista mensual de la UIDE extensión Guayaquil*, Vol. 2 (29), 60-76.

- Ministerio de Minas y Energía. (2013). Hidrocarburos [En línea]. Recuperado de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/614096/2-Hidrocarburos.pdf/75855d82-def9-4ccb-9fe4-2d4ee97f9123>
- Miranda, S., Ortiz, J. A. (2020). Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *Revista Iberoamericana para la investigación y el Desarrollo educativo*. Vol. 11 (18).
- National Geographic. (2010). *Medio Ambiente*. Biocombustibles. Nationalgeographic.es Retrieved 3 October 2020, from <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/biocombustibles>
- OCDE/FAO (2017), “Biocombustibles”, en OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2017-2026, OECD Publishing, París. DOI: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-13-es
- Organización Naciones Unidas. (2020). *Crónica ONU*. El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible. Un.org Retrieved 20 February 2021, from <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible#:~:text=Los%20combustibles%20f%C3%B3siles%20comprenden%20el,emisiones%20globales%20de%20CO2>.
- Outlook, O. F. A. (2016). OECD Agriculture Statistics (database).
- Pienkos, P., Laurens, L., Aden, Andy., (2012). Biocombustibles de microalgas. *Revista Investigación y Ciencia No. 427*.
- Procolombia. (2016). *Inversión en el sector de Biocombustibles en Colombia*. Invierta en Colombia. (2016). Retrieved 22 September 2020, from <https://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/agroindustria/biocombustibles.html>.

- Salinas, E., Gasca., V (2009). Los Biocombustibles. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Distrito Federal de México. *Revista El Cotidiano* (157), 75-82.
- Sánchez, O., & Cardona, C. (2006). Producción de alcohol carburante, una alternativa para el desarrollo agroindustrial. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Sanderson, K., (2012). Biocombustibles de segunda generación. *Revista Investigación y Ciencia No. 431*.
- Serna, F., Barrera, L., Montiel, H., (2011). Impacto social y económico en el uso de Biocombustibles. *Journal of Technology Management & Innovation*, Vol. 6.
- Wpadmin. (2014). *Biocombustibles*. Nuevoportal.ecopetrol.com.co. Retrieved 19 October 2020, From https://nuevoportal.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/medio-ambiente/gestion-ambiental-proactiva/coeficiencia/biocombustibles/!ut/p/z1/jdHLDsIgEAXQb_ELmAH7WiK1tDSGSqUqG9OVaeJrYfx-q3GjiaOwIjk3wwUW2IaFU38b9v11OJ_6w3jehniXNih1BVhDkguQXKIpdCRthmz9BPBISWDhLa-yYsyX2UpWLjE5vPKZRa3LFmpdFiksdZsboRwuYvwvT4Dwz_0JEOh6axaIEd7GggTzbpV8AivddASmjNJFK0DhJ9AuHWfzVi5NrWaqiV6A-gXqHT1yEjjeJV9AJOaF8zhtkKzJK_ujRd5xdjl67zcvVI-9n0zuSXxLiw!!/?uri=nm:oid:Z6_8P1AGI01K07D30A2A1JFG5MMU3
- Young, C.E.F., Steffen, P.G. (2008). Biocombustibles como estrategia de desarrollo, *Polis, Revista Latinoamericana*, (21), 4-11.
- Young, C. E., & Steffen, P. G. (2008). Biocombustibles como estrategia de desarrollo. ¿Rumbo hacia la sustentabilidad o hacia una nueva periferia? *Polis. Revista Latinoamericana*, (21).

Índice de tablas

Tabla 1. Modificaciones en los criterios de los biocombustibles en Colombia.....	34
Tabla 2. Ecuaciones de búsqueda.....	40
Tabla 3. Filtros metodológicos de la búsqueda inicial.....	43
Tabla 4. Ventajas y desventajas de los biocombustibles.....	48
Tabla 5. Análisis Financiero.....	57