

**Implicaciones económicas, sociales y ambientales del uso de energías renovables no convencionales en el sector agrícola colombiano**

Jheison Fernando Guzmán López

Joan Alejandro Amado Correal

Paula Andrea Barrera García

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas  
Programa de Negocios Internacionales  
Bogotá D.C  
2020

**Implicaciones económicas, sociales y ambientales del uso de energías renovables no convencionales en el sector agrícola colombiano**

Jheison Fernando Guzmán López

Joan Alejandro Amado Correal

Paula Andrea Barrera García

Director

Estibaliz Aguilar Galeano

Trabajo para optar al título de Negocios Internacionales

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Programa de Negocios Internacionales

Bogotá D.C

2020

## **Resumen**

Los procesos de globalización y desarrollo científico, tecnológico y económico han sido generadores de una creciente demanda de energía, esto ha implicado un impacto negativo en el medioambiente si se tiene en cuenta que hoy en día la mayoría de las fuentes energéticas son producidas por recursos de origen fósil y procesos extractivos que provocan daños irreversibles en el planeta; con la finalidad de mitigar la afectación causada por estas fuentes, se ha incrementado el interés global en utilizar Energías Renovables No Convencionales (ERNC) como método que reemplace el uso de combustibles fósiles para la generación de energía en los procesos productivos a nivel mundial.

Uno de los sectores con mayor necesidad energética en Colombia es el agrícola, que requiere contar con fuentes de energía que garanticen una producción limpia y ambientalmente sostenible en aras de mejorar la calidad de vida de los campesinos.

La presente investigación tuvo un enfoque cualitativo que permitió reconocer como las ERNC pueden ser implementadas en el sector agrícola colombiano identificando las oportunidades y amenazas de su ejecución en los ámbitos económicos, sociales y ambientales. Entre las oportunidades los programas de fomento, la participación de gremios o la inversión extranjera directa se destacan, por otro lado, como amenazas para la ejecución de proyectos que involucren ERNC, están los altos costos de implementación, las dificultades de aprobación financiera estatal, la falta de capacitación y tecnificación del campo y el cambio climático.

*Palabras clave:* Sector agrícola, energías renovables no convencionales, social, económico, ambiental, desarrollo sostenible.

## **Abstract**

The processes of globalization and scientific, technological and economic development have generated a growing demand for energy, this has implied a negative impact on the environment if we take into account that today most of the energy sources are produced by fossil resources and extractive processes that cause irreversible damage to the planet; in order to mitigate the impact caused by these sources, there has been an increase in global interest in using Non-Conventional Renewable Energies (NCRE) as a method to replace the use of fossil fuels for energy generation in production processes worldwide.

One of the sectors with the greatest energy needs in Colombia is the agricultural sector, which requires energy sources that guarantee clean and environmentally sustainable production in order to improve the quality of life of peasants.

This research had a qualitative approach that allowed recognizing how NCRE can be implemented in the Colombian agricultural sector, identifying the opportunities and threats of its implementation in the economic, social and environmental fields. Among the opportunities, the promotion programs, the participation of unions or the direct foreign investment stand out, on the other hand, as threats for the execution of projects that involve NCRE, are the high costs of implementation, the difficulties of state financial approval, the lack of training and technification of the field and the climate change.

*Keywords:* Agricultural sector, non-conventional renewable energies, social, economic, environmental, sustainable development.

## **Introducción**

Actualmente y debido al constante desarrollo científico, tecnológico y económico, la población mundial requiere de altas demandas de energía, lo más probable es que en un futuro no muy lejano el gasto energético aumente de forma exponencial; el crecimiento desmedido de la población y la ampliación en la esperanza de vida, está relacionado directamente con dicho aumento en la demanda de energía, si a esto le sumamos el auge de la era digital y las comunicaciones, el resultado pone en evidencia un alto consumo energético, esto implica un problema a nivel mundial y la necesidad inminente de realizar esfuerzos por investigar los beneficios de las ERNC y la forma de ponerlos en práctica de tal manera que permita mitigar los daños que el ser humano a dejado al abusar de los recursos de origen fósil (Ballesteros, 2016).

En relación con lo anterior, los recursos energéticos de los cuales dispone la humanidad son: de origen fósil (petróleo, carbón y gas), energías renovables (solar, eólica, biomasa, geotérmica e hidráulica) y las energías nucleares (fisión y fusión) (Fridleifsson, 2001). En cuanto a las ERNC, Sorensen (1991) las considera como energías generadas mediante procesos naturales que pueden ser restituidos en forma continua. Estos son identificados como: luz solar, viento, calor, mareas, cuerpos de agua y las diferentes expresiones de biomasa.

Según la International Renewable Energy Agency (IRENA), en el año 2016 las Energías Renovables (ER) representaron un 19.3% del consumo global en lo correspondiente a energía. A su vez, la producción de energía proveniente de la biomasa con fines de calefacción y alimentación en el sector agrícola en cuanto a países en vía de desarrollo representa el 9.1% y un porcentaje de participación del 10.2% en relación a las ERNC las energías fósiles representan un 78.4% y la energía nuclear una participación del 2.3% (Robles & Rodriguez, 2018).

Ahora bien, el incluir las ERNC a la agricultura y sus procesos productivos, buscando que estas se conviertan en energías de uso común para los campesinos y grandes productores agrícolas, significaría

un proyecto ambicioso que involucraría directamente dos de los “Objetivos de Desarrollo Sostenible” (energía asequible y no contaminante, producción y consumo responsable) los cuales tienen una serie de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar el bienestar global de las personas (PNUD, 2020), de esta manera se podrá adoptar una solución que mitigue la afectación ocasionada por el uso excesivo de energías fósiles y una oportunidad para que los agricultores mejoren sus procesos de producción y comercialización mediante el ahorro y la preservación de energía, para que así la agricultura pueda tener un papel fundamental en el panorama mundial (Perfetti, Balcázar, Hernández, & Leibovich, 2013).

Perfetti (2013) menciona, que los países en desarrollo tienen la necesidad de establecer estrategias y políticas que promuevan el desarrollo de la agricultura y de los territorios rurales, haciendo uso sostenible de los recursos naturales y asegurando un desarrollo social con equidad. Según las cifras oficiales del IGAC, Colombia sólo utiliza 5,3 millones de los 22,1 millones de hectáreas que se tienen para uso agrícola, es decir, que solo se dispone del 24,1% del potencial disponible en el sector agrícola (Malagón, 2002).

Uno de los problemas es que la mayoría de las energías que se utilizan en el sector agrícola son energías fósiles, las cuales están generando afectaciones medioambientales, detrimento en relación con la calidad de agua para consumo humano, la contaminación del agua y los suelos a causa del manejo inadecuado de residuos (Aguilar & Figueroa, 2018).

A su vez, los autores señalan que “la provisión de energía debe estar asociada a sistemas de generación que impliquen los menores impactos posibles sobre el medio ambiente” (pág. 118), de acuerdo a lo anterior, la producción energética debe involucrar y poner en práctica alternativas de producción limpia y desconectada de la red central, teniendo un enfoque principalmente en los sectores rurales cercanos a ecosistemas sensibles, de esta forma se podría reducir el riesgo de un posible aumento en las emisiones atmosféricas dado el incremento de la provisión de energía.

En este sentido la presente investigación buscó responder a la pregunta: ¿Cuáles son las implicaciones económicas, sociales y ambientales del uso de energías renovables no convencionales (ERNC) en el sector agrícola colombiano?, para lo cual se tuvo como objetivo general: analizar las implicaciones económicas, sociales y ambientales del uso de ERNC en el sector agrícola colombiano y como objetivos específicos: describir el sector de las ERNC en Colombia, identificar las necesidades energéticas que se presentan en torno al sector agrícola colombiano y determinar las oportunidades y amenazas económicas de la implementación de ERNC en Colombia.

El foco central de esta investigación fue demostrar de qué forma el desarrollo sostenible puede ir ligado armoniosamente a las actividades agrícolas, aportando ventajas económicas y cómo dichas actividades pueden abastecerse con ERNC. Como fue mencionado por Burguillo y Del Rio (2008), la producción agrícola y las energías renovables deberían empezar a trabajar de la mano como un solo proyecto, generando una producción ambientalmente sostenible y económicamente ganadora. Esto, permitiría aligerar las cargas económicas de este sector de la población y da un enfoque de economía rural en crecimiento que apoya el área social para que el campesino tenga más herramientas a la hora de producir de manera eficiente.

## **Marcos de referencia**

### **Antecedentes.**

En los últimos años, los sistemas de producción energética han venido experimentando diferentes cambios y renovaciones, anteriormente predominaba la energía producida por las hidroeléctricas o centrales nucleares las cuales, en teoría, realizan sus procesos de forma limpia, sin embargo, actualmente el paradigma de la producción energética se ha transformado de tal manera que los diversos sectores de la sociedad como la agricultura, la industria, entre otros, también pueden ser agentes activos de la producción energética.

Ahora bien, de la mano con el constante avance tecnológico y la creciente demanda de energía por parte de la población mundial, se hace esencial que en tiempos de inevitable cambio climático, los productores agrícolas puedan implementar ERNC en sus procesos productivos pues son quienes perciben mayor afectación climática, esto permitiría disminuir costos de producción, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmosfera y a su vez recibir alivios en las imposiciones de impuestos, además del retorno de la inversión en su producción agrícola y la reducción de costos energéticos a futuro (Campen & Guidi, 2000).

Las investigaciones y proyectos relacionados con la implementación de ERNC se han venido evidenciando tanto a nivel nacional como internacional, estas investigaciones resaltan la importancia de incorporar ERNC en Colombia y exponen tanto el crecimiento de estas energías, como la disminución de la utilización de energías fósiles. Como ejemplo se presenta un proyecto de energía solar fotovoltaica, el cual buscó que el riego de una plantación de Stevia y aloe vera se realizara con la instalación de paneles solares, para que la energía obtenida por estos sirviera en el proceso de riego del plantío (Puerto, 2017).

Se ha investigado la implementación de las ERNC a nivel nacional, y se ha logrado evidenciar un creciente interés en su adopción en algunos sectores del territorio colombiano; se tiene el caso de la

Universitaria Agustiniiana, la cual se ha involucrado en analizar las condiciones para que el país acoja dichas energías en sus procesos, dando ejemplo de ello en su infraestructura mediante paneles solares fotovoltaicos y ayudando a generar energía limpia disminuyendo la emisión de 10.000 Kg/mes de CO<sub>2</sub> a la atmosfera, en otros lugares del territorio nacional hubo espacio para proyectos de implementación de paneles fotovoltaicos que surtan de energía a toda una granja en un municipio del país (Pamplona & Romero, 2019; Uniagustiniana, 2020).

Con base en lo anterior, podemos identificar la importancia que está cobrando el uso de ERNC en la sociedad y en el sector agrícola colombiano; los resultados favorables en relación con su implementación permiten identificar la viabilidad en cuanto a la aplicación de estas energías en el sector agrícola pues ha tomado fuerza durante los últimos años.

### **Marco teórico.**

Durante décadas la humanidad se ha introducido en un bucle de consumismo por el cual cada año los recursos naturales del planeta se agotan mucho antes de terminar su periodo estimado, es acá donde la teoría del desarrollo sostenible toma fuerza, exponiendo que la necesidad de la generación presente no puede comprometer las necesidades de las generaciones futuras; teóricamente, el desarrollo sostenible busca de manera equilibrada el desarrollo económico, social y la protección del medio ambiente (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2020).

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PMUD) postula 17 objetivos para lograr el desarrollo sostenible (ODS), la presente investigación abarca tres de ellos de forma directa e indirecta, uno de ellos es la energía asequible y no contaminante, otro de los objetivos es la industria innovación e infraestructura y finalmente el objetivo de producción y consumo responsable (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2020).

La teoría del desarrollo sostenible está conformada por tres pilares fundamentales, uno de ellos es el económico, el cual manifiesta que toda idea o proyecto monetario tiene que ser sostenible y económicamente viable, el siguiente es el social, el cual ha de ser igualmente respetuoso de los valores y las expresiones culturales y, por último, está la protección ambiental en la cual se busca que el desarrollo sea totalmente responsable con el medio ambiente, es fundamental que estos tres pilares mantengan un equilibrio, para que el desarrollo sostenible se lleve a cabo conforme a lo expuesto en la teoría (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2020).

Sachs (2014), menciona la relación existente entre la economía, la sociedad y el medio ambiente, exponiendo el acelerado crecimiento de la economía mundial y la desigualdad en la distribución del recurso monetario, es decir, algunos son enormemente ricos y otros extremadamente pobres,

igualmente, expone la forma en que este acelerado crecimiento económico amenaza a la naturaleza y provoca una profunda crisis ambiental generando alteraciones en los procesos vitales para la humanidad (ciclos del agua, nitrógeno y carbono); así pues, el autor hace evidente la interacción entre estos tres sistemas y determina la forma en que el desarrollo sostenible pretende una prosperidad económica, con inclusión social y sostenibilidad ambiental.

Para lograr llevar a cabo los objetivos ambientales, sociales y económicos es indispensable aplicar un cuarto objetivo que abarque a estos últimos el cual es la buena gobernanza, este objetivo precisa que los gobiernos puedan garantizar las necesidades básicas que tiene su población como ficha clave para el desarrollo y progreso. En este punto, es importante mencionar la relación existente entre la sostenibilidad y la agricultura abordando el ODS número 6 desde la perspectiva de Sachs, el cual hace énfasis en el mejoramiento de los sistemas agrícolas y las infraestructuras rurales para garantizar que los agricultores eleven sus ingresos, promuevan la prosperidad en el campo y reduzcan los impactos ambientales (Sachs, 2014).

A partir del análisis anterior, se define como referencia para la presente investigación, la teoría del desarrollo sostenible del reconocido economista Jeffrey Sachs, dado que esta se guía bajos los parámetros de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y apuntando en especial a aquellos sujetos que están desfavorecidos.

### **Marco conceptual.**

Las Energías Renovables (ER) tienen por característica que en su proceso de obtención y utilización su fuente no suele agotarse. Este tipo de energía puede obtenerse de diferentes medios como el agua (hidráulica), solar (fotovoltaica), aire (eólica), biomasa (residuos), geotérmica (volcanes o termales), undimotriz (oleaje) y nuclear (Ministerio de Energía, 2020).

El fin de la mayoría de estas energías es generar el menor impacto al medio ambiente y a la vida humana. Las ER tienen dos clasificaciones: las convencionales y las no convencionales. En primer lugar, las energías renovables convencionales (ERC) son aquellas que han sido comúnmente para la obtención de energía eléctrica, como lo son las hidroeléctricas y la plantas nucleares o termonucleares, estos tipos de energías si bien son obtenidos por medios naturales pueden generar impactos ambientales. En segundo lugar, las No Convencionales, son fuentes de generación energéticas en las cuales no se incide en el agotamiento de su fuente generador, este tipo de energía es muy poco usado por la falta de información o costo de implementación (Ministerio de Energía, 2020).

Dentro de este tipo, se encuentra la energía solar la cual es considerada como la más abundante, tiene dos tipos de uso: con paneles fotovoltaicos y como energía solar concentrada. Otro ejemplo es



la energía eólica, la cual es generada cuando el viento mueve las aspas de los aerogeneradores, al girar, este movimiento se convierte en energía eléctrica (Fenoge, 2020). De la misma forma se halló la energía que se obtiene mediante el aprovechamiento de elementos de origen orgánico como la biomasa y otros componentes vegetales. Algo semejante ocurre con la energía geotérmica que se obtiene mediante fuentes geotermales o volcánicas, que extraen el vapor bajo la superficie y lo transforman en electricidad. (Semana, 2018).

En relación con la agricultura, la cual juega un papel fundamental en la economía mundial pues tiene una gran importancia para el desarrollo económico de las familias menos favorecidas y el progreso de estas. De este modo, la búsqueda de una transformación medioambiental que satisfaga las necesidades humanas en cuanto a su alimentación y bienestar involucrará directamente a la agricultura y la forma en que se están utilizando las diferentes energías en el campo (Ucha, 2010).

Hoy en día el potencial agrícola en Colombia no está siendo totalmente explotado en pro del beneficio económico y social, debido a una variedad de factores que actualmente se están superando, el conflicto armado, la falta de gobernanza en el sector agrícola y la ausencia de entes que regulen e incentiven la aplicación de nuevas políticas medio ambientales son algunos de ellos.

### **Marco legal.**

Las leyes y decretos de mayor relevancia en torno a la implementación de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) se encuentra la Ley 1530 de 2012 y la Ley 1715 de 2014 las cuales están encaminadas al aprovechamiento de las ERNC, a la eficiencia energética y al aumento en la innovación, capacidad científica y tecnológica. Lo que pretenden estas leyes es que las compañías internacionales y nacionales tengan incentivos de promover la incursión de las ERNC en todo el territorio nacional.

Por otro lado, el Decreto 1543 de 2017 por el cual se crea el fondo de ERNC y gestión eficiente de la anergia FENOGE que tiene como propósito el desembolso de recursos para la exploración de planes piloto para la generación de estas energías.

Específicamente a nivel del agro, se resalta la Ley 1731 de 2014 y Ley 1133 de 2007 que tienen como fin reactivar la economía de diferentes sectores del agro colombiano y dar más herramientas y presupuesto a la corporación colombiana de investigación agropecuaria CORPOICA ahora (AGROSAVIA); todo esto para que el campo en Colombia entre en un crecimiento y desarrollo y sea un eje de progreso económico para el país (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

## Metodología

La investigación de enfoque cualitativo es la recolección de información con base a las observaciones de diferentes comportamientos como la naturaleza, los discursos y de estas respuestas obtener una subsecuente investigación. Este enfoque busca la recolección de datos y el análisis de estos, para desarrollar preguntas e hipótesis, antes, durante y después de la recolección de los datos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). La presente investigación se realizó mediante un análisis cualitativo, dado que esta nos permite saber cómo incursionan las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) en el campo colombiano, como también en los campesinos, identificando su afectación en la vida laboral, económica y social de estas comunidades.

Como tipo de investigación se llevó a cabo una interpretativa-descriptiva ya que esta hace referencia a formas concretas de percibir y abordar la realidad (Romo, 2012), lo cual permite coincidir con las posturas más relevantes de nuestra investigación en cuanto los ámbitos humanos, sociales, ambientales, tecnológicos y de la industria agrícola en general. El termino descriptivo también está directamente ligado pues este involucra y describe la situación exacta de diversos acontecimientos, sucesos, individuos, comunidades o colectividades que se investiguen y sean objeto de análisis (Universia Costa Rica, 2017). Así pues, este tipo de metodología ayudó a plantear lo más relevante de un hecho o situación concreta como lo es la implementación de ERNC en la agricultura colombiana.

La revisión documental fue el método para recolectar la información a ser analizada en la investigación. El análisis de la información se realizó a partir de categorías, que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.

*Categorías de análisis*

Objetivos específicos	Categorías
Describir el sector de las ERNC en Colombia.	Aspectos económicos para la implementación de ERNC en el sector agrícola
	Aspectos sociales para la integración de FNCER
	Aspectos ambientales para la integración de FNCER
Identificar las necesidades energéticas que se presentan en torno al sector agrícola colombiano.	Necesidad productiva en el sector agrícola colombiano
	Necesidad social en el sector agrícola
	Necesidad económica para la implementación de ERNC
	Necesidad ambiental en el agro colombiano
	Oportunidades económicas

Determinar las oportunidades y amenazas de la implementación de ERNC en Colombia.	Oportunidades sociales
	Oportunidades ambientales
	Amenazas económicas
	Amenazas sociales
	Amenazas ambientales

*Nota.* Elaboración propia a partir de la teoría del desarrollo sostenible de (2014).

## **Desarrollo**

### **Sector de las energías renovables no convencionales en Colombia.**

Colombia hasta hace unos años empezó a reglamentar y a generar un panorama favorable para permitir el desarrollo de las ERNC en el país, es de resaltar que el gobierno nacional ha propuesto una estrategia que promueve el desarrollo y la utilización de las diferentes Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) para que el país fortalezca su sistema energético (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2015).

Con relación a la demanda energética, existen altos hábitos de consumo energético en las poblaciones rurales, así como la disminución de los recursos no renovables, lo cual conlleva a la necesidad de generar nuevas fuentes energéticas diferentes a las de origen fósil, por ejemplo, las procedentes de las plantas productoras de energía solar y la biomasa obtenida por el aprovechamiento de los residuos que contienen derivados biológicos (Villanueva, 2018). Todo lo anterior, permitirá buscar alternativas que contribuyan a un mundo más sostenible.

Algunos proyectos importantes de ERNC que han aportado en los diferentes territorios colombianos son los siguientes: Granja solar generadora de energía fotovoltaica Yumbo, Valle del Cauca. Aprovechamiento de biomasa y cogeneración eléctrica a partir de bagazo de caña, azucareras del Valle del Cauca. Proyecto Geotérmico Binacional en la frontera colombo-ecuatoriana, Nariño. Proyecto Parque Eólico Guajira I y Guajira II. Producción de etanol a partir de la biomasa, Santander. Ingenio Vegachi Planta de producción de alcohol carburante, Antioquia. Proyecto Geotérmico del Macizo Volcánico del Ruiz, Caldas. Bioenergy S.A. Etanol carburante mediante biomasa, Meta (Unión Temporal Cidet–Ecsim, 2017). Estos proyectos han generado una valiosa oportunidad para que las diferentes FNCER se den a conocer en zonas agrícolas con potencial energético.

#### ***Aspectos económicos para la implementación de ERNC en el sector agrícola.***

- Programas de fomento por parte del gobierno

En Colombia existen los siguientes programas de fomento y financiación aplicables a proyectos relacionados con las ERNC, es de aclarar que los fondos de financiamiento no son exclusivamente a la gestión de implementación sino a todos los proyectos que involucren FERNC en sus procesos.

FAZNI (Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas): Se encarga de financiar proyectos de inversión para la construcción de infraestructura eléctrica y mejoramiento de la infraestructura existente en zonas no interconectadas del territorio nacional (Unidad de planeación minero energética UPME, 2015)

FAER (Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas): Cumple con el financiamiento de planes, proyectos e inversiones en construcción y renovación de infraestructura eléctrica específicamente en zonas rurales interconectadas, para ampliar la cobertura y mejorar la satisfacción de la demanda de energía (Unidad de Planeación Minero Energética-UPME, 2015).

Findeter (La Financiera de Desarrollo Territorial): Busca financiar proyectos de desarrollo sostenible, que pretendan la modernización y expansión de servicios energéticos a través del desarrollo de energías renovables o las medidas de eficiencia energética. Findeter pone a disposición \$82.4 millones USD, mediante la línea especial de energías renovables a la cual pueden acceder proyectos con FNCER, brindando un plazo de 15 años para el pago y una tasa de interés de DTF + 1,90 (T.A) o IPC + 4,00 (E.A) (Findeter, 2018).

Bancóldex: El Banco de Comercio Exterior, ofrece una línea de crédito para el desarrollo sostenible la cual se especializa en proyectos de inversión en FNCER, esta línea ofrece un monto máximo por empresa de \$10 mil millones de pesos COP, en un plazo desde 5 a 7 años y una tasa de interés de DTF E.A. + 1.2% (E.A) o IBR NMV + 1.4% NMV (Bancoldex, 2019).

USAID: Es una institución estadounidense que contribuye al desarrollo de pequeños proyectos con FNCER en Colombia a través de donaciones y al programa CCEP (Colombian Clean Energy Program) el cual patrocina proyectos de energía renovable especialmente en zonas no interconectadas (Unidad de Planeación Minero Energética-UPME, 2015).

FOMIN (Fondo Multilateral de Inversiones): Es un fondo que busca financiar proyectos de FNCER enfocados a la protección del medio ambiente, trabaja con el sector privado para desarrollar modelos de negocio innovadores, que favorezcan tanto a comunidades de bajos ingresos en áreas rurales como a empresarios, busca incentivar el uso de soluciones energéticas no contaminantes en el campo (Unidad de Planeación Minero Energética-UPME, 2015).

Con base en lo anterior se logró identificar que actualmente Colombia cuenta con una buena cantidad de programas de fomento para promover la implementación de diferentes FNCER; es de aclarar que los programas se enfocan principalmente en financiar tecnologías y todavía no se evidencia

un gran desarrollo de programas que estén enfocados a generar una cultura para el manejo de los recursos de las ERNC.

- Costos de implementación

Para la implementación de ERNC se manejan dos tipos de costos:

Costos de inversión (CAPEX): Se distinguen cuatro (4) componentes: costo de equipos de generación eléctrica, costos de infraestructura, costos de desarrollo del proyecto y los costos de interconexión a la red de transmisión, los cuales se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.

*Costos de inversión*

Costos de inversión usados.							
Capex Usd/mw	Eólica	Residencial	Solar Comercial	Gran escala	Biomasa	Biogás	Geotermia
Equipo de generación	1.413.322	3.974.963	2.854.358	2.734.692	617	378	5.155.000
Balance de planta	184.158	1.005.802	855.403	732.779	529	1.764	-
Costos de desarrollo	175.552	-	-	2.788	-	756	-

Nota: información tomada de (Unidad de Planeación Minero Energética, Banco Interamericano de Desarrollo, Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 2015).

Adicionalmente, en este grupo también se encuentran los costos de interconexión a la red en la siguiente Tabla 3, los cuales hacen parte del cuarto componente de inversión.

Tabla 3.

*Costos de conexión*

Costos de conexión usados.	
Costos de conexión al STN/SDR	USD/MW
Proyectos solares FV (gran escala)	200.000
Proyectos eólicos	300.000
Proyectos con biomasa	200.000
Proyectos geotérmicos	250.000

Nota: información tomada de (Unidad de Planeación Minero-Energética, Banco Interamericano de Desarrollo, Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 2015).

Costos de operación (OPEX): En segundo lugar, están los costos de operación los cuales se dividen en tres (3) componentes, costos de funcionamiento del proyecto según su tamaño, expresados en (USD/MW), un segundo costo dependiente de la energía producida, expresada en (USD/MWh) y entre estos costos de operación se incluyen: los costos del servicio de regulación de CND, ASIC y CREG,

las transferencias del sector eléctrico procedentes de las ventas brutas de energía y otros. A partir de lo anterior, los costos operacionales son presentado en la Tabla 4.

Tabla 4.

*Costos de operación*

Ítem	Unidad	Valor	Tecnología
Cargos O&M fijos	USD/MW	6.500	Para la tecnología solar
		40.000	Para la tecnología eólica
		87.000	Para geotermia
		21.000	Para biomasa sólida (caña de azúcar)
		40.000	Para biogás derivado de efluentes de palma de aceite
Cargos O&M variables	USD/MW	-	Para la tecnología solar, eólica y geotermia
	USD/MWh	11,5	Para biomasa sólida y biogás
Cargos CND y ASIC	USD /MW	0,33	Solo aplica para Empresas Servicios Públicos
Ley 99 de 1993	% de la venta de energía	4%	Para plantas mayores a 10 MW cuya producción de energía se base en procesos térmicos
Ley 99 de 1993	USD/MWh	31,62	Precio de la energía para aplicación Ley 99/93
Ley 143 de 1994	% de gastos operacionales	1%	Solo aplica para Empresas Servicios Públicos

Nota: información tomada de (Unidad de Planeación Minero-Energética, Banco Interamericano de Desarrollo, Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 2015), O&M: Operación y Mantenimiento; CND: Centro Nacional de Despacho; ASIC: Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales.

Es importante tener en cuenta dos tipos de externalidades principales que influyen positiva o negativamente en los costos de implementación:

Externalidades positivas sociales: Involucran tres beneficios principales de introducir FNCER a nivel nacional: 1. Beneficios ambientales y sociales (ahorro de combustibles fósiles, reducción de emisiones de efecto invernadero, reducción de impactos en la salud), 2. Complementariedad energética de las plantas hidroeléctricas, 3. Beneficios económicos (desarrollo económico y creación de empleo). Externalidades negativas de sistema: Costos que pueden ser causados por un alto nivel de integración de FNCER en el sistema eléctrico nacional, para este caso se dan cuatro tipos: 1. Costos de reserva, 2. costos de conexión a la red, 3. costos de balance de la red, 4. refuerzo y extensión de la red (Unidad de Planeación Minero Energética-UPME, 2015).

Dado lo anterior, se logra identificar que para implementar todas las tecnologías que involucren ERNC es indispensable hacer uso de los incentivos para lograr la rentabilidad costo-beneficio; a su vez, si se desea alcanzar todos los nichos del mercado es fundamental incluir las externalidades, pues

los incentivos de la Ley 1715 no son suficientes para impulsar las tecnologías hasta una tasa de retorno interno suficientemente atractiva para el mercado privado, esta información relacionada con el costo-beneficio de la implementación ERNC se evidencia en la Tabla 5.

Tabla 5.

*Resumen de análisis de rentabilidad*

Tecnología	¿Rentable sin incentivos?	¿Rentable incentivos?	¿Rentable con externalidades?	Sensibilidades
Eólica	X	~	✓	Velocidad del viento Costo de conexión
Solar residencial	X	~	✓	Precio de compra de energía
Solar gran escala	X	X	✓	Costo de conexión Precio de energía
Geotermal	X	X	✓	Exploración y confirmación Costo de conexión
Biomasa	X	✓	✓	Producción de calor Costo de bagazo
Biogás	X	✓	✓	Producción de calor Costo de tratamiento de POME Costo de instalación

Nota: información tomada de (Unidad de Planeación Minero-Energética, Banco Interamericano de Desarrollo, Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 2015).

- Incentivos económicos

En esta sección se presentan los diferentes incentivos económicos creados por el gobierno nacional en pro de fomentar el desarrollo de ERNC en la industria colombiana; dichos incentivos están cobijados de forma específica por la Ley 1715 del 2014 la cual aborda el uso de ERNC en zonas no interconectadas como las áreas rurales del país; esta ley promueve incentivos tributarios, arancelarios o contables a quienes realicen inversiones en tales fuentes de energía, tecnologías limpias para la producción y eficiencia energética que responda a la demanda en el marco de las políticas energéticas del país (Congreso de Colombia- UPME, 2014).

**Incentivo de renta:** En el artículo 11 de la Ley 1715 de 2014, se establece que la carga impositiva total es del 33% para la aplicación del del incentivo estipulado, así mismo, sobre el valor liquidado el inversionista descuenta de su renta el 50% de la inversión realizada durante los cinco años iniciales, es decir, un porcentaje anual del 10%.

**Incentivos contables:** Para este caso la ley permite que el gasto sea deducible al momento de declarar el impuesto sobre la renta por una proporción del valor del activo que no supere el 20% anual.

Este incentivo se establece sobre el régimen de depreciación acelerada sobre maquinaria, equipos y obras civiles asociados a la construcción o adquisición de FNCER.

Incentivos arancelarios e IVA: Brinda una exención de gravámenes arancelarios e IVA en la importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados para labores de inversión y proyectos con ERNC. Se asume que, de los costos de inversión, el total de equipos es importado, lo cual garantizaría un descuento total en el ingreso de estos equipos a territorio nacional, es decir, todos los equipos y servicios asociados están excluidos del gravamen (Congreso de la Republica, 2014).

Lo anterior, permite identificar que los incentivos cobijados por la Ley 1715 son determinantes a la hora de que los interesados deseen tomar una decisión de inversión en cuanto a la implementación y ejecución de este tipo de proyectos.

### ***Aspectos sociales para la integración de FNCER.***

- Inclusión social.

En los últimos años el país ha encontrado una oportunidad económica a través de las FNCER las cuales están llegando a territorios donde anteriormente no había acceso, un ejemplo de las regiones donde se han venido implementando con mayor auge son la costa Atlántica, el Valle del Cauca, Antioquia y Cundinamarca (Bohorquez, 2019).

La región con mayor potencial energético es la Guajira, este departamento se caracteriza por ser vulnerable y tener una pobreza bastante alta, sin embargo, en medio de su pobreza se ha podido identificar un potencial de energía eólica que puede llegar a producir un porcentaje 1,2 veces más alto que la capacidad instalada del sistema interconectado nacional, esto implicaría una gran oportunidad a futuro en pro de restaurar esta región golpeada por el olvido de la sociedad colombiana (Bibo, 2019).

Esta región ocupada en gran parte por indígenas Wayuu presenta un llamado por parte de su comunidad ante las implicaciones éticas de la transformación de la energía en la zona, ellos buscan que se garanticen los derechos del pueblo Wayuu y que no se replique el modelo implementado en el parque Jepírachi. Si bien este proyecto concretó acciones de inclusión y mejora de calidad de vida en beneficio de los indígenas sin renunciar a su cultura, hoy en día la electricidad que se produce para mover industrias y ciudades no garantiza un mínimo de luz en la gran mayoría de las viviendas del sector (Bibo, 2019).

Existen diversos programas de ERNC que han ayudado a las diferentes regiones del país y se han involucrado en el ámbito social; se puede mencionar el caso de los proyectos eólicos en la Guajira donde EPM financió la instalación de una planta desalinizadora, para beneficio de las comunidades



de “Kasiwolin”, “Arutkajui” y las rancherías aledañas, a su vez, financió la ampliación y dotación de la escuela de “Kamusuchiwo’u” y del puesto de salud en la zona de “Media Luna”, finalmente acordó la construcción y adecuación de “jagüeyes” o reservorios de aguas (Empresas Publicas de Medellin, 2010).

Otro proyecto de ERNC se encuentra en el departamento del Meta el cual fue implementado por Bioenergy y ha generado más de 4.100 empleos, la implementación de equipos médicos de última tecnología en el Hospital de Puerto López, logró que este centro médico brindara una mejor prestación de servicio a 35 mil usuarios del municipio y zonas aledañas incluyendo comunidades indígenas (Bioenergy, 2020). A su vez, se evidencia que por medio del proyecto geotérmico binacional en la frontera colombo-ecuatoriana (Nariño), se generó unos 138 megavatios de energía, lo que permitió que este sistema aportara en la dotación de servicio eléctrico en el sector rural para los dos países (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014).

Colombia tiene una gran riqueza de recursos energéticos renovables no convencionales, por lo tanto, el permitir que estos tipos de energía accedan a los diferentes territorios nacionales mediante proyectos que incentiven el mejoramiento económico, social y ambiental, presenta una importante posibilidad de romper con la coyuntura social que caracteriza a nuestro país en especial en el sector agrícola.

- Participación de gremios

En Colombia existen diferentes programas que pretenden estimular a los diferentes gremios y empresas en cuanto al uso de las ERNC en el sector agrícola, la entidad privada Ser Colombia es una asociación de energías renovables que promueve e involucra a las diferentes compañías del sector privado en aras de estimular un mercado energético más competitivo, eficiente y autónomo. Actualmente esta entidad agrupa 72 importantes gremios empresariales entre los cuales se destacan: Siemens S.A., Enel Green Power Colombia SAS, General Electric International-Colombia, Abb Ltda, entre otras grandes empresas del sector energético internacional (Ser Colombia Asociación Energías Renovables, 2020).

Así mismo, en el último año diferentes firmas extranjeras han venido apuntando al uso de las ERNC en Colombia, la segunda subasta para la contratación de energía limpia a largo plazo cumplió con las expectativas a juzgar por el número de pliegos de los participantes que se inscribieron al proceso, según datos de la UPME llegaron 27 empresas generadoras, que un conjunto tienen 26 compañías de comercialización y 56 nuevos proyectos, firmas como Energía de Francia (EDF), Empresas Públicas de Medellín (EPM), Enel Green Power y la compañía Acciona, con presencia en 65 países y que

gestiona y promociona energías renovables e infraestructura, son unos de los más importantes interesados en contribuir a la transición nacional en cuanto al uso de FNCER (Ahumada, 2019).

Ahora bien, se hace evidente que en los últimos años cada vez son más las entidades o gremios nacionales e internacionales que buscan involucrarse y promover la inversión en ERNC en Colombia. De la mano del Ministerio de Minas y Energía (MME) y la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) estos gremios vienen desarrollando proyectos de reactivación sostenible en el país, lo cual hace evidente el creciente interés por satisfacer la necesidad del país en cuanto a un cambio en el paradigma energético.

- **Modificación de hábitos de consumo**

Actualmente Colombia cuenta con un balance energético en su mayoría dependiente de los combustibles fósiles, si bien las FNCER han empezado a ser parte de la matriz energética del país, su porcentaje en cuanto a producción sigue siendo bajo en comparación con las energías convencionales, modificar este hábito de consumo será un reto importante pues el país depende económicamente de las importaciones y de las exportaciones de combustibles fósiles (Departamento Nacional de Planeación , 2017).

Un tema preocupante en relación con el sistema energético nacional es el hecho de que el 52% del territorio colombiano no hace parte del Sistema de Interconectado Nacional, según datos del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE), en el 62% de esas zonas, la energía está disponible de manera intermitente, estos porcentajes afectan de manera drástica el sector Agrícola colombiano (Instituto de Planeación y Promocion de Soluciones Energeticas para las Zonas No Interconectadas, 2020).

En medio de las dificultades que se puedan presentar en la búsqueda de cambiar el panorama energético, es importante mencionar los casos de éxito que se han venido presentando en Latinoamérica con el fin de que Colombia replique estas estrategias y comience un nuevo tiempo en su producción de energía limpia. En Brasil se han implementado proyectos que optimizan las labores agrícolas que requieren mayor uso de energía, la reducción de fertilizantes y la minimización del arado marcan un precedente en cuanto a las intenciones de implementar prácticas de eficiencia energética. A su vez, mediante las prácticas sostenibles, países como México, Uruguay, Chile, Argentina, Bolivia y Paraguay, lograron bajar sus niveles de consumo energético para estabilizarlos hasta un 7% de la disponibilidad total de energía, estas prácticas suman puntos al PIB Agrícola de los países mencionados, siendo Paraguay el mayor con un 22% y Argentina el menor con un 5% (Bancolombia, 2019).

Por otro lado, en los últimos años la competitividad en calidad y precios se ha convertido en algo muy importante para poder establecer las ERNC en el sector agrícola colombiano, para dicho sector la mayor alternativa energética proviene de fuentes solares, ya que estas permiten un autoabastecimiento a un precio más bajo (Beleño, 2017).

Es de aclarar que, aunque el uso de ERNC aún no ha sido una constante, la adopción de buenas prácticas energéticas constituyen el inicio de una nueva mentalidad en cuanto a los hábitos de consumo en el sector agrícola.

### ***Aspectos ambientales para la integración de FNCER.***

- Territorios de implementación

Colombia tiene un vasto y variado territorio en el cual se pretende implementar ERNC; muchas áreas del país han hecho solicitudes ante la UPME para la implementación de estos sistemas de energías, departamentos como Cauca, Valle del Cauca, Cesar, Atlántico, Magdalena y Tolima son los mayormente interesados. Los datos que brinda la UPME sobre proyectos en el territorio colombiano son los siguientes: 383 de energía solar, 17 de pequeñas centrales hidroeléctricas, 12 eólicos, 11 de biomasa y 1 geotérmico; 63 de estos proyectos están ubicados en Valle del Cauca, 49 en Antioquia, 38 en Bogotá y 32 en Cundinamarca y Atlántico. Es de aclarar que estos territorios son los que tienen la aprobación de la UPME, lo cual implica que sean quienes lideran la implementación de las ERNC (Bohorquez, 2019).

Debido a su posición geográfica Colombia presenta una favorable disponibilidad del recurso solar en las regiones de la Guajira, el norte del Atlántico (Bolívar y Magdalena) y Barrancabermeja, Santander, el coste de la energía en estos territorios corresponde al valor agregado de los kWh que en promedio inciden durante el día sobre un metro cuadrado (kWh/m<sup>2</sup> por día). En cuanto a la energía eólica, el promedio anual de la velocidad de los vientos en el territorio colombiano es superior a los 5 m/s por día, estos se localizan en la Guajira, en el norte del Atlántico, en Barrancabermeja y en el sector de San Sebastián de Mariquita. Por otro lado, en relación con el potencial de biomasa este se presenta mayormente en las regiones de Barrancabermeja y Mariquita (Unión Temporal Cidet–Ecsim, 2017).

Considerando lo anterior, se hace evidente que Colombia cuenta con territorios potenciales en cuanto al aprovechamiento de FNCER; las condiciones atmosféricas que presenta el país juegan un papel importante para el desarrollo de estos tipos de energía pues su ubicación permite utilizar los recursos naturales de una manera óptima en pro del desarrollo sostenible.

- Beneficios e impacto en los ecosistemas

Las ventajas que traen las ERNC a los seres vivos son muy relevantes, uno de los beneficios es el aporte a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, lo que contribuye con la reducción del cambio climático dado que estas se generan mediante recursos inagotables como: el viento, el sol, el calor de los volcanes, las zonas térmicas o el oleaje de los mares (Enel Codensa, 2020).

Es de aclarar que este tipo de energías también tienen un impacto ambiental en los ecosistemas y hábitat naturales y un ejemplo de ello podría ser la migración de aves, pues estas tienen un patrón de vuelo que en ocasiones aceleran la probabilidad de chocar con las aspas de las torres eléctricas. En las plantas fotovoltaicas el impacto radica en la pérdida de hábitats y en la producción de residuos, sin embargo, esto se da en una mínima cantidad y el impacto es casi nulo en comparación con el impacto causado por parte de las industrias energéticas (Pasqualino, Cabrera, & Vanegas, 2014).

Se puede tomar como ejemplo las hélices de los aerogeneradores que generan ruido y hacen que las aves choquen con las mismas, a su vez, se puede ver otra afectación producida por los paneles solares fotovoltaicos que de no ser manejados adecuadamente pueden convertirse en material peligroso (Silicio) para el ser humano al final de su vida útil que es entre 20 a 25 años. Con base en lo anterior, se evidencia que las ERNC son una fuente de energía limpia, económica e inagotable, sin embargo, toda actividad humana genera un impacto al medio ambiente, en el caso de las ERNC el impacto en los ecosistemas o áreas de implementación es mínimo pues el objetivo de estas energías es precisamente contribuir a la preservación del medio ambiente.

- Disminución en la dependencia de energía fósil

Si bien las ERNC están tomando más relevancia en el campo energético, las energías fósiles no pueden desaparecer de un momento a otro, el cambio se debe dar en conjunto y las personas deben tener más conocimiento e información en cómo pueden hacer parte de este cambio de una manera más eficaz y continua; hay una necesidad urgente de reducir el consumo de las energías fósiles, pero esto no implica la eliminación total de estas en un plazo muy corto (Foster & Elzinga, 2020).

La transición entre estos dos tipos de energía es importante y viene avanzando progresivamente, el gobierno ha emitido leyes, decretos y normativas para que tanto empresas públicas como privadas puedan llevar a cabo proyectos de implementación de ERNC con gran viabilidad (Unidad de planeación minero energética UPME, 2015).

En los últimos años, Colombia ha venido atravesando un tiempo de desabastecimiento de crudo y de gas, lo cual permite identificar dos posibles panoramas para el país, el primero: un uso de tecnologías de perforación no convencionales tales como el fracking la cual hace un daño significativo

en los sistemas hídricos subterráneos y en segundo lugar: se estima que para el 2024 se agoten las reservas de petróleo y gas y el país se vea en la obligación de importar este producto (Unidad de planeación minero energética UPME, 2015).

Ante los posibles panoramas que involucran disminuir la dependencia de combustibles fósiles la opción más viable es preparar al país para una transición mediante la implementación de nuevas tecnologías energéticas que a su vez implicarían una economía más diversificada y fuerte ante las eventualidades que representan los constantes cambios en el precio del petróleo.

### **Necesidades energéticas que se presentan en torno al sector agrícola colombiano.**

A continuación, se describen las necesidades productivas, sociales, económicas y ambientales del sector agrícola colombiano respecto al consumo de Energías Renovables No Convencionales (ERNC).

#### ***Necesidad productiva en el sector agrícola colombiano.***

- Integración de nuevas tecnologías

El sector agrícola colombiano requiere de diferentes fuentes para poder desarrollarse y una de las más importantes es el agua, según la FAO la producción agrícola utiliza un 50% de agua para el riego, por ejemplo, el sector del café consume un 22%, el maíz un 13%, el arroz un 12% y otros como la caña de azúcar, el plátano y los bananos consumen un 11%. Si bien el agua es un elemento importante para la producción agrícola, una de las necesidades a nivel productivo que tiene el agro es poder contar con tecnologías que les permita obtener y hacer un uso más eficiente del agua. Una de esas formas son las bombas de agua con alimentación eléctrica que usen paneles solares y tengan la capacidad de levantar agua de un pozo para el uso en irrigación de cultivos dónde comúnmente no hay la disponibilidad eléctrica, esto es llevado a cabo sin la utilización de combustibles fósiles y no implica un costo energético para los agricultores (Bancolombia, 2019; Viva Solar Colombia, 2020).

El sector agrícola colombiano viene adaptándose al uso de diferentes FNCR en sus procesos productivos, una de las tecnologías más usadas para la producción energética en áreas no interconectadas son los paneles solares, estos surten de energía las bombas de agua para regar las plantas y hacen una diferencia en el consumo energético de los agricultores. Otro ejemplo de integración de estas tecnologías se refleja en la empresa Arroz Federal la cual, está utilizando la cascarilla o residuo del arroz como biomasa para que esta se convierta en gas y este sea transformado en los procesos de producción de la empresa. La implementación de estas tecnologías energéticas y el conocimiento de su uso adecuado podrían fomentar el desarrollo de las actividades agrícolas en

conjunto con una construcción social, económica y ambiental en el territorio colombiano (Bancolombia, 2019).

Teniendo en cuenta que energías como la solar fotovoltaica generan un crecimiento en los diferentes sectores agrícolas gracias a su contribución en el riego de las tierras, su conservación y fertilización, se puede identificar que este tipo de energía es una de las opciones que genera mayor estabilidad y mejora los sistemas agrícolas en las áreas rurales, lo cual refleja que la alta demanda energética en Colombia puede ser aprovechada en la agricultura nacional haciendo uso de ERNC (Campen & Guidi, 2000).

Debido a esto, se espera que las ERNC contribuyan al aumento de los niveles de productividad y competitividad en la agricultura colombiana, a través del uso inteligente y eficiente de las FNCER y a su vez, se alcance la sustentabilidad de los sistemas productivos, para así evitar la emisión de gases de efecto invernadero, incentivando el uso sustentable del suelo y la promoción de un sistema energético sustentable para el agro colombiano.

#### ***Necesidad social en el sector agrícola.***

- Sostenibilidad del sector

Uno de los factores necesarios para la implementación y apropiación de nuevas tecnologías lo representa contar con un capital humano capacitado, formado y con la experiencia adecuada para desarrollar nuevas propuestas energéticas que cambien el panorama actual en el campo colombiano.

En Colombia, la educación rural se caracteriza por la aplicación de métodos pedagógicos semejantes al medio urbano, sin reconocer que las regiones agrícolas tienen diferentes particularidades de orden económico, social y cultural que se destacan en el ámbito rural. Adicionalmente, se identifica que los métodos de enseñanza, capacitación, estímulos y reconocimiento de la población rural son obsoletos. Por este motivo, es preciso reestructurar los programas educativos para que se adapten mejor al medio rural y respondan a las necesidades que tienen las comunidades allí asentadas, así pues, es necesario tecnificar el campo mediante diferentes herramientas como computadores, tabletas, aplicaciones y redes de internet las cuales requieren para su funcionamiento el uso de una energía constante, sin embargo, es indispensable que esta energía sea limpia y suministrada mediante FNCER lo cual facilita y asegura una provisión continua del servicio (Sociedad de agricultores de Colombia-SAC, 1998).

Al hablar de sostenibilidad en el sector agrícola es importante comprender como la energía puede ayudar al campo a ser sostenible. En la Tabla 6 se presentan algunos de los aspectos más relevantes en relación con estos aportes.

Tabla 6.

*Energía limpia en el campo para lograr la sostenibilidad*

Usos de la energía en la agricultura	Generación de corriente para cultivo	Se pueden alimentar actividades de fumigación, siembra, cosecha e iluminación
	Uso domestico	Proveer energía para utilizar electrodomésticos, estufas, televisores, computadores, bombillas, etc.
	Cercas eléctricas	Permite electrificar las vallas para la protección del ganado
	Invernaderos inteligentes	Posibilita el control de radicación recibida, iluminación, irrigación, fumigación, medición de condiciones climáticas, entre otros.
	Calentamiento de agua	Los calentadores solares reducen los costes de calentamiento de agua para diferentes actividades
	Sistema de riego	Las actividades de riego pueden tecnificarse y automatizarse gracias a la alimentación de un flujo permanente de corriente alterna

Nota: información tomada de (Beleño, 2017).

De esta forma, se evidencia que para satisfacer las necesidades energéticas en el sector agrícola colombiano se requiere contar con las herramientas tecnológicas suficientes para que las poblaciones rurales comiencen a involucrarse en cuestiones energéticas con la suficiente capacidad intelectual, adicionalmente, se requiere de un personal capacitado que cuente con conocimientos técnicos y profesionales en FNCER, que pueda darlos a conocer a la población con el fin de implementarlos a través de la estructuración, desarrollo y construcción de nuevos proyectos.

***Necesidad económica para la implementación de ERNC.***

- Demanda energética

De acuerdo con el Foro Económico Mundial, Colombia ha sido catalogada como la principal superpotencia energética de América Latina, esto proporciona una visión favorable en cuanto a la implementación de ERNC teniendo en cuenta que el país se involucra cada vez más en la transición energética limpia. En relación con la agricultura es importante mencionar dos puntos clave: El primero, que la demanda energética del país ha incrementado un 3,3%, el segundo, es que la agricultura ha sido el sector que más ha promovido dicho aumento, esto permite identificar una oportunidad favorable para que los agricultores colombianos empiecen a incursionar en el uso de las FNCER (Camara de comercio de Bogotá, 2017).

A nivel mundial un aproximado del 81 % de la energía consumida proviene de fuentes fósiles y el restante equivalente a un 19 % proviene de fuentes renovables. Actualmente, el país tiene una producción de energía distribuida en los siguientes porcentajes: el 93% de recursos primarios de origen fósil, un 4 % de hidroenergía y el 3 % de biomasa y residuos, estos últimos recursos siendo utilizados mayoritariamente por el sector agrícola (Camara de Comercio de Bogotá, 2019).

Colombia se distingue por ser un país generador de productos agrícolas tanto en cantidad como en calidad, por esta razón es importante comenzar a satisfacer esta demanda mediante la eficiencia en el uso de los recursos naturales; las FNCER se podrían implementar en los procesos productivos de la agricultura de diversas formas: Bombeos de agua en el regadío o en drenajes, en tratamientos o recolección de residuos para biomasa, aprovechando la energía procedente del sol o de calefacciones en invernaderos y en los procesos de transformación de productos agroalimentarios; la debida implementación de las diferentes energías eficientes en las zonas rurales, acompañada de la aplicación de los incentivos gubernamentales garantizarían una reducción en los costos energéticos de los campesinos (Molina, 2020).

El crecimiento energético en las diferentes industrias tales como la agrícola han generado que este sector se plantee con mayor disposición la implementación de FNCER en sus procesos productivos, esto permitiría reducir costos de consumo energético en sus actividades cotidianas, como también ser ambientalmente sostenibles.

#### ***Necesidad ambiental en el agro colombiano.***

- Crecimiento de amenazas ambientales

El sector agrícola colombiano enfrenta importantes problemáticas en diferentes ámbitos como el social, el ambiental y el político, uno de los inconvenientes más difíciles de afrontar y con mayor repercusión a futuro es el ambiental, esta problemática es desencadenada por actividades humanas que posteriormente no pueden ser controladas: la deforestación, los cambios climáticos, las sequias, el uso de tierras para pastoreo y las heladas son algunos de ellos, si bien el gobierno busca diversas alternativas para enfrentar estas problemáticas, no ha sido una tarea fácil pues cada vez son más frecuentes (Finagro, 2014).

Una de las amenazas más fuertes relacionadas con el cambio climático a nivel nacional es el fenómeno del niño, este ha afectado con gran fuerza las áreas de producción agrícola. Otra de las amenazas que afectan el sector agrícola son las heladas, las cuales se dan por el enfriamiento del suelo que se genera cuando no hay lluvias ni nubosidad (Medioambiente, 2020). El desconocimiento de



estas afectaciones climáticas implica pérdidas de cultivos y baja producción alimentaria, por lo cual es sumamente importante que en el proceso de transición energética se reconozca la importancia del buen uso de las energías fósiles y la necesidad de implementar nuevas tecnologías de energía sostenible (Camara de comercio de Bogotá, 2017).

Ahora bien, es muy importante hacer énfasis en el rol que ha desempeñado la agricultura no solo como víctima del cambio climático, sino también como causante del mismo, factores como la erosión y degradación de la tierra, uso excesivo y contaminación del agua, emisión de gases efecto invernadero y la utilización masiva de plaguicidas y pesticidas, generan un impacto relevante en el medio ambiente y en mayor escala cuando se tienen en cuenta las cifras de la FAO (Suez Agriculture, 2020) el cual determina que para el 2030, el planeta estará habitado por 8500 millones de personas, incrementando a su vez un 60% la demanda alimentaria a nivel mundial.

Para dar respuesta a esta problemática causada por la agricultura, existen diversas soluciones como retener CO<sub>2</sub> en el suelo para combatir la erosión, reducir el uso de fertilizantes químicos optando por fertilizantes ecológicos, optimizar la gestión de los residuos de los cultivos, entre otras; sin embargo, en conformidad con (Hurtado, Domingo, & de Miguel, 2014), el uso de ERNC es una de las mejores alternativas para combatir los efectos negativos de la agricultura en el medio ambiente, fuentes como la biomasa en zonas con necesidades de calor, sistemas de riego controlado mediante energía eólica e instalaciones fotovoltaicas en las cubiertas de las construcciones agrícolas, podrían garantizar una reducción en el daño ocasionado por la agricultura.

Así pues, la tarea de mitigar las diferentes amenazas que afectan el sector agrícola en relación con el cambio climático puede llevarse a cabo mediante la implementación de nuevas tecnologías energéticas que busquen contrarrestar los daños este fenómeno ambiental en las áreas rurales y a su vez aporten conocimientos de mejor producción y sostenibilidad al sector agrícola.

### **Oportunidades y amenazas de la implementación de ERNC en Colombia.**

A continuación, se presenta el desarrollo del tercer objetivo de la investigación donde se identifican las principales oportunidades y amenazas desde la lógica económica, social y ambiental de la implementación de Energías Renovables No Convencionales (ERNC).

***Oportunidades económicas.*** Las ERNC aportarían al sector agrícola colombiano con la disminución de los costos de producción, ahorro en la facturación de las Fuentes Energéticas convencionales y en la excepción de pagos de algunos gravámenes contemplados en la Ley 1715 del 2014, la cual busca promover la inclusión de este tipo de energías por medio de incentivos fiscales donde se establece una reducción del impuesto de renta por hasta el 50% de la inversión, se exime el

pago de IVA para todos los equipos y servicios, a su vez, se establece que la maquinaria, materiales e insumos que no sean producidos por la industria nacional, estén exentos del pago de aranceles, lo que es una oportunidad para el sector agrícola colombiano (González, Tautiva, & Quiroga, 2014).

Por otro lado, la Ley 1715 de 2014 brinda un programa de créditos para sistemas de autogeneración de pequeña escala, que aumenta el desarrollo de nuevos proyectos pues el desembolso de excedentes representará ahorros e ingresos eventuales al usuario, que harán más atractivas las inversiones en este tipo de sistemas energéticos.

Es importante resaltar que la inversión en proyectos de ERNC tiene grandes impactos en la economía colombiana y especialmente aportan a la reducción de restricciones en los recursos energéticos, a la estabilidad y seguridad económica del país, la integración de nuevas fuentes de energía que impulsan el desarrollo tecnológico, a la inversión extranjera y sobre todo a la generación de nuevos empleos (Giraldo, Vacca, & Urrego, 2020).

**Oportunidades sociales.** En diversos países, la implementación de ERNC representan una valiosa oportunidad a la luz de los beneficios sociales, pues estas han incrementado el bienestar energético de pequeñas comunidades aisladas que nunca estuvieron conectadas a una red eléctrica. Por ejemplo, en Etiopía, Uganda y Botswana se están ejecutando proyectos que promueven la producción y utilización de Biogás a partir de desechos agrícolas, en Uruguay se incorporó la energía eólica para la generación de energía eléctrica y en Libia la energía solar ha sido una solución natural a los frecuentes apagones y al abastecimiento de quince hospitales.

Por otro lado, de acuerdo con la Ley 1715 de 2014, Colombia debe trabajar en la integración de las FNCER en el Sistema Energético Nacional, el cual está compuesto no solo por el Sistema interconectado, sino también por las Zonas No Interconectadas y los medios de transformación con fines útiles que hacen posible el uso de la energía a nivel nacional (Unidad de planeación minero energética UPME, 2015). A su vez, la disponibilidad y dispersión de recursos renovables en las regiones, la diversidad y complejidad del sistema energético, la extensión del territorio colombiano y sobre todo el aprovechamiento de aquellos recursos más abundantes en las regiones, representan oportunidades para mejorar la calidad y la sostenibilidad de los servicios básicos energéticos, como también fomentar el desarrollo de nuevas actividades económicas que se generen en el sector agrícola colombiano.

**Oportunidades ambientales.** Colombia tienen grandes ventajas a nivel energético, pues se encuentra ubicada en la zona ecuatorial y cuenta con una gran variedad de climas y ecosistemas que favorecen la generación de energía a partir de fuentes alternativas procedentes del agua, el viento, el

sol y los residuos de biomasa como: el aceite de palma, el plátano, la caña de azúcar y el arroz, a su vez, el país dispone de una importante cantidad de recursos renovables tales como: el solar en la costa Caribe y en la Orinoquía, el eólico en la zona norte del país, en la cordillera central se encuentran lugares con potencial geotérmico y por último los residuos y productos agrícolas que pueden ser utilizados como biomasa (Unidad de planeación minero energética UPME, 2015). El gobierno nacional debe apoyarse en las autoridades locales y regionales para concretar proyectos de generación y transformación a partir de estas FN CER con procesos productivos que mejoren las oportunidades de desarrollo y la calidad de vida en las comunidades.

***Amenazas económicas.*** Las amenazas que enfrentan las ERNC en Colombia son visibles, pues su implementación requiere de una inversión económica sustancial, la cual en la mayoría de los casos son realizadas por entidades privadas, esto conlleva a que la producción energética sea aprovechada mayormente por las entidades que financiaron los proyectos.

Otra de las amenazas existentes, es que los proyectos de ERNC en el sector agrícola requieren de financiación estatal, para tener la viabilidad a futuro y los requisitos para obtener la aprobación del estado no son fáciles de cumplir. Las externalidades son otro punto por tocar si se quiere una implementación a mayor escala en el territorio colombiano, ya que en principio la inversión no retornaría la totalidad del costo que se utilizó para su implementación. Por otro lado, se puede observar que no toda el área campesina del país tiene los recursos para hacer uso de ERNC, pero si la necesidad de obtenerlas e implementarlas, ya que los beneficios y cambios de producción que traerían serían un punto de inflexión para la tecnificación de este sector productivo (Unidad de Planeación Minero Energética-UPME, 2015).

Si bien las amenazas económicas a las ERNC no representan un impedimento que frene su camino como el método más viable en términos ambientales y sostenibles de generación de energía, es imperante que las normativas y nuevas leyes tengan un enfoque económico más amplio que el que tiene la legislación actual, con el fin de promover una implementación de ERNC más rentable en términos monetarios y que involucre al sector agrícola con mayor prioridad en su financiación, esto en base a que este sector productivo es uno de los más golpeados por el cambio climático y con más ausencia de sistemas tecnológicos.

***Amenazas sociales.*** Las ERNC pueden brindar una solución energética a diferentes poblaciones y sectores productivos, sin embargo, una amenaza latente es que las poblaciones rurales tienen un conocimiento escaso frente a qué son, cómo funcionan y cuáles son las ventajas de implementar ERNC en el agro, esto representaría un reto significativo pues el desconocimiento de las FN CER en

el campo colombiano, haría de los agricultores una población inmersa en la dependencia de las energías fósiles y con las mismas falencias energéticas actuales. Otra amenaza es la ausencia de mano de obra calificada, es decir, actualmente existe muy poco personal capacitado y con los suficientes conocimientos en cuanto al funcionamiento de las ERNC, lo cual podría llevar a que los costos de implementación sean más elevados y al desistimiento de este tipo de energías como soporte productivo (Sociedad de agricultores de Colombia-SAC, 1998).

La agilidad con la que actúe el Estado frente a cómo ayudar a los sectores agrícolas más vulnerables, es un factor indispensable si se quiere implementar ERNC en el campo colombiano y ayudar en la producción eficiente y mejora en la calidad de vida de las poblaciones rurales (Vivas, 2020).

Para que las amenazas sociales ya mencionadas tengan una pronta solución, el gobierno nacional deberá plantearse objetivos claros y una ejecución oportuna de los proyectos relacionados con FNCER que se pretendan llevar a cabo a mediano y largo plazo, estas implementaciones deberán orientarse en tres factores clave, el primero es la generación de programas de capacitación de nuevas tecnologías energéticas que transmitan la información necesaria para que los campesinos colombianos se involucren con mayor conocimiento en los diferentes esquemas de generación de energía limpia actuales y por último el manejo oportuno de las necesidades energéticas del agro colombiano y las zonas rurales no interconectadas.

***Amenazas ambientales.*** Si bien las ERNC hacen parte de los esfuerzos de diferentes sectores para la reducción de la contaminación y la emisión de gases de efecto invernadero en la atmosfera, estas tienen que ser implementadas en áreas en las que se pueda sacar el mayor provecho energético; los cambios de clima, temperaturas, temporadas de lluvia, entre otros, son un factor que puede afectar la correcta implementación de estas energías.

El cambio climático puede ser un elemento determinante que afecte las ERNC, esto debido a que los sistemas de obtención de energía dependen de fuentes naturales y los cambios en la atmosfera pueden determinar su sustentabilidad; por otro lado, se logra identificar que las temporadas de huracanes y fenómenos climáticos son cada vez más recientes, y atacan con mayor fuerza, esto tiene un impacto en las estructuras eólicas, plantas solares y demás sistemas de obtención de energía natural instalados en construcciones que de una u otra forma pueden ser vulnerables ante un inminente fenómeno natural. Otra amenaza, es la aceleración en el aumento de la temperatura en la atmosfera y los océanos, esto ha generado imprecisiones a la hora de obtener datos fiables del comportamiento

atmosférico y por lo tanto los proyectos de ER están a la merced de los diversos cambios que ha generado la actividad humana en el medio ambiente (Naciones Unidas- ONU, 2020).

Dado lo anterior, es de aclarar que las amenazas seguirán existiendo, siempre y cuando no haya un cambio en el paradigma energético de la humanidad y en su dependencia de los combustibles fósiles; el cambio climático es una realidad y seguirá avanzando a grandes rasgos si no se abre paso a una intervención de la sociedad en pro de cambiar sus hábitos energéticos y el impacto que estos provocan al medio ambiente, es de aclarar que algunas energías como la solar y la eólica pueden contar con algunas herramientas de protección como muros de contención, sellado de paneles, detector de tormentas y la elaboración de una guía de buenas prácticas frente a la prevención y protección de riesgos.

### **Conclusiones**

A lo largo de la presente investigación se logró identificar que el sector de las ERNC en Colombia presenta un importante crecimiento gracias a la progresiva demanda de energía y al agotamiento de los recursos energéticos no renovables, por otro lado, la dependencia nacional de las hidroeléctricas como fuente renovable de energía viene generando una afectación a los recursos naturales pues requiere de una excesiva cantidad de agua para su funcionamiento e implica un impacto negativo en la flora y fauna del país, esto ha llevado a que las organizaciones gubernamentales analicen la opción de llevar a cabo una transición a FNCER teniendo en cuenta la escasez de agua en diferentes zonas del territorio nacional. Los estudios han determinado la viabilidad de implementar progresivamente este tipo de energías y el gobierno nacional ha realizado diferentes programas e incentivos económicos con el fin de iniciar una nueva era energética en los diferentes sectores de la población nacional.

Ahora bien, es importante hacer énfasis en las necesidades sociales, económicas y ambientales y el rol que desempeña la implementación de las ERNC en el sector agrícola; en primer lugar, la carencia de educación de calidad y la falta de tecnologías, es un factor determinante que impide a las poblaciones rurales involucrarse de lleno en nuevos procesos de producción energética, a esto se suma la ausencia de personal capacitado en condiciones de transmitir la información necesaria para que el desarrollo de ERNC en la agricultura del país pueda llevarse a cabo no solo mediante iniciativas privadas, sino también a partir de las ideas de las poblaciones vulnerables del sector rural.

En segundo lugar, se hace evidente que si bien la demanda energética en la agricultura colombiana ha venido creciendo exponencialmente y cada vez hay más involucrados en la transición a energías limpias por sus ventajas productivas en cuanto a economía, rentabilidad y ahorro a futuro, los incentivos gubernamentales están enfocados mayormente hacia el sector privado y las garantías para

que los sectores rurales se involucren, dependen principalmente de grandes empresas con la capacidad de invertir importantes sumas de capital, aun así cabe resaltar la existencia de programas con alianzas público privadas como el FOMIN, FAER o Findeter, los cuales tienen entre sus objetivos invertir o favorecer proyectos que involucren FNCER en los sectores rurales en pro de generar modelos productivos que contribuyan al uso de recursos energéticos no contaminantes y al bienestar de las comunidades agrícolas. En cuanto a la necesidad ambiental, se logra determinar que una de las mejores alternativas para mitigar los inevitables daños ocasionados por el cambio climático en la agricultura colombiana es la implementación de ERNC, esto debido a que ofrecen nuevas tecnologías energéticas que han sido exitosas en los diferentes países que se han arriesgado a incursionar en ellas para reducir la afectación de los fenómenos naturales.

Finalmente, se puede concluir que la implementación de ERNC en el sector agrícola colombiano aun requiere de un mejor desarrollo, es decir, lograr un equilibrio entre las oportunidades y las amenazas demanda un esfuerzo más diligente por parte de las entidades gubernamentales para garantizar una tecnificación del campo, que otorgue mejores oportunidades laborales, educativas y de desarrollo energético y así mismo, cumpla con el objetivo de que las poblaciones en zonas rurales obtengan una rentabilidad económica al implementar energías que involucren FNCER en sus procesos productivos, de esta forma se generaría un ambiente propicio para la inversión extranjera directa de diferentes empresas que buscan entrar al país y llevar a cabo este tipo de proyectos energéticos. También es importante que Colombia aproveche el crecimiento energético en cuanto a producción limpia que se viene presentando en la última década y que esto sea un impulso para que en un futuro cercano, el país pueda exportar este tipo de tecnologías energéticas como fuente de negocio a nivel internacional. En general el panorama es viable, pero requiere de tiempo e integración por parte del gobierno nacional en involucrarse de forma más analítica en cuanto a la orientación de los programas de fomento, incentivos y legislación existente, esto con el fin de que la innovación y la tecnología energética se estimule no solo en los sectores privados sino también en las áreas vulnerables del agro colombiano.

## **Referencias**

ABC del acuerdo final. (2016). *Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera*. Bogotá: ABC del acuerdo final.

Acciona. (16 de 03 de 2020). *Acciona*. Obtenido de Acciona:  
<https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-son-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

- Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional. (2020). *Ley de víctimas y restitución de tierras*. Bogotá: Agencia Presidencial para la Acción Social.
- Agronet Minagricultura. (08 de 04 de 2019). *www.agronet.gov.co*. Obtenido de *www.agronet.gov.co*: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Ganaderos-ya-utilizan-riego-con-paneles-solares-para-tener-pastos-permanentes.aspx>
- Aguilar, E., & Figueroa, J. (2018). *La Política Pública Distrital de Ruralidad de Bogotá D.C., Implementación de una política ambiental en el marco del desarrollo humano*. Bogotá: Editorial Uniagustiniana.
- Ahumada, Ó. (2019). Firmas extranjeras vienen por las energías renovables. *Portafolio*, 1.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (27 de 08 de 2020). *www.un.org*. Obtenido de *www.un.org*: <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- Ballesteros, V. (2016). *Panorama mundial de las energías renovables e importancia de la energía*. Bogota: Fundación Universitaria Los libertadores.
- Bancoldex. (2019). *Línea desarrollo sostenible y eficiencia energetica 2019*. Bogotá: Bancoldex.
- Bancolombia. (09 de 05 de 2019). *www.grupobancolombia.com*. Obtenido de *www.grupobancolombia.com*: <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/negocios/actualizate/sostenibilidad/eficiencia-energetica-agro>
- Beleño, I. (25 de 10 de 2017). *www.agronegocios.co*. Obtenido de *www.agronegocios.co*: <https://www.agronegocios.co/tecnologia/energia-limpia-en-el-campo-para-lograr-sostenibilidad-2623035>
- Bibo, R. (22 de 08 de 2019). ¿Colombia tiene potencial en fuentes de energía renovables? *El espectador*, pág. 1.
- Bioenergy. (18 de 09 de 2020). *www.bioenergy.com.co*. Obtenido de *www.bioenergy.com.co*: <http://www.bioenergy.com.co/SitePages/ResponsabilidadCorporativa.aspx#Sostenibilidad>
- Bohorquez, K. (17 de 08 de 2019). Hay más de 420 proyectos de energías renovables que ya tienen el aval de la Upme. *Lr la Republica*, pág. 1.
- Bravo, M. S. (2008). *Análisis sobre la factibilidad del Ecoturismo como unidad estratégica de*. Bogotá.
- Burgillo, M., & Del Rio, P. (2008). La colntribucion de las enejrgias renovables al desarrollo rural sostenible en la Unipon Europea: pautas teoricas para el analisis empirico. *Claves de la economia mundial*, 20.

- Camara de comercio de Bogotá. (10 de 2017). *www.ccb.org.co*. Obtenido de *www.ccb.org.co*:  
<https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Energia-Electrica/Noticias/2017/Octubre-2017/El-futuro-de-la-matriz-energetica-esta-en-las-no-convencionales>
- Camara de Comercio de Bogotá. (2019). *www.ccb.org.co*. Obtenido de *www.ccb.org.co*:  
<https://www.ccb.org.co/Sala-de-prensa/Noticias-sector-agricola-y-agroindustrial/Noticias-2019/Energias-renovables-en-el-agro-colombiano>
- Camara de Comercio de Bogotá. (03 de 02 de 2019). *www.ccb.org.co*. Obtenido de *www.ccb.org.co*:  
<https://www.ccb.org.co/Sala-de-prensa/Noticias-sector-agricola-y-agroindustrial/Noticias-2019/Energias-renovables-en-el-agro-colombiano>
- Campen, B., & Guidi, D. (2000). *Energía solar fotovoltaica para la agricultura y desarrollo rural sostenibles*. Roma: ResearchGate.
- Carlsson, A. (6 de 06 de 2009). *www.sciencedirect.com*. Obtenido de *www.sciencedirect.com*:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300908409000960?via%3Dihub>
- Congreso de Colombia- UPME. (13 de 05 de 2014). *www.upme.gov.co*. Obtenido de *www.upme.gov.co*:  
[https://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY\\_1715\\_2014.pdf](https://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf)
- Congreso de la Republica. (13 de 05 de 2014). *secretariasenado.gov.co*. Obtenido de *secretariasenado.gov.co*:  
[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1715\\_2014.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html)
- Cuéllar, M. (2015). *La era del desarrollo sostenible-Sachs, Jeffrey D*. Nueva York: Columbia University Press.
- Cumbajín, M., Ramírez, L., & Gordón, C. (2019). Integración de energías renovables en sistemas de energía eléctrica convencionales basados en confiabilidad computacional. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información*, 12.
- Departamento Nacional de Planeación . (2017). *Energy Demand Situation in Colombia*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación .
- Dicyt. (29 de 06 de 2018). *www.dicyt.com*. Obtenido de *www.dicyt.com*:  
<https://www.dicyt.com/noticias/riesgos-de-los-parques-eolicos-para-la-mortalidad-de-las-aves#:~:text=En%20Espa%C3%B1a%2C%20la%20colisi%C3%B3n%20con,de%20mam%C3%ADferos%20como%20los%20murci%C3%A9lagos>.
- Dinero. (2018). Colombia sigue atrasada en la implementación de energías renovables. *Dinero*, 1.



- Ecologistas en acción. (21 de 06 de 2007). *www.ecologistasenaccion.org*. Obtenido de [www.ecologistasenaccion.org: https://www.ecologistasenaccion.org/10057/impacto-ambiental/](https://www.ecologistasenaccion.org/10057/impacto-ambiental/)
- El tiempo. (22 de 04 de 2018). Energías renovables, con gran potencial para crecer en el país. *El tiempo*, pág. 1.
- Empresas Publicas de Medellin. (2010). *Jepírachi: una experiencia con la comunidad indígena Wayuu de la Alta Guajira colombiana*. Medellin: EPM.
- Enel Codensa. (04 de 09 de 2020). *www.enel.pe*. Obtenido de [www.enel.pe: https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/cuales-son-los-beneficios-de-la-energia-renovable.html](https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/cuales-son-los-beneficios-de-la-energia-renovable.html)
- Fenoge. (27 de 04 de 2020). *¿Qué son Fuentes No Convencionales de Energía?* Obtenido de <https://fenoge.com/fuentes-no-convencionales-de-energia/>
- Finagro. (2014). *Perspectiva del sector agropecuario Colombiano*. Bogotá: Finagro.
- Findeter. (23 de 05 de 2018). *www.findeter.gov.co*. Obtenido de [www.findeter.gov.co: https://www.findeter.gov.co/publicaciones/403307/findeter\\_lanza\\_linea\\_de\\_credito\\_para\\_financiar\\_proyectos\\_de\\_energias\\_renovables/](https://www.findeter.gov.co/publicaciones/403307/findeter_lanza_linea_de_credito_para_financiar_proyectos_de_energias_renovables/)
- Foster, S., & Elzinga, D. (04 de 09 de 2020). *www.un.org*. Obtenido de [www.un.org: https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible](https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible)
- Fridleifsson, I. (2001). *Revisiones de energía renovable y sostenible*. Elsevier Ltd.
- Giraldo, M., Vacca, R., & Urrego, A. (2020). *La energias alternativas una oportunidad para colombia*. Bogotá: Escuela de Negocios, Gestión y Sostenibilidad.
- Gómez, I. (2019). ¿Influyen los cultivos ilícitos en la deforestación de Colombia? *El espectador*, 1.
- González, O., Tautiva, C., & Quiroga, J. (2014). *Invierta y Gane con energía*. Bogotá: UPME.
- Guevara, C., & Pérez, M. (2015). *Análisis de viabilidad del suministro de energía eléctrica*. Bogotá: Universidad Libre.
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: Interamericana editores.
- Hurtado, B., Domingo, J., & de Miguel, E. (2014). *Mitigación y adaptación en el sector agrario*. Madrid: Fundación Global Nature.

- Ideas medio ambientales. (03 de 09 de 2019). *ideasmedioambientales.com*. Obtenido de ideasmedioambientales.com: <https://ideasmedioambientales.com/impacto-ambiental-positivo-fotovoltaica/>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales. (2012). *Sequía meteorológica y sequía agrícola en Colombia: incidencias y tendencias*. Bogotá: IDEAM.
- Instituto de Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas. (20 de 09 de 2020). *www.ipse.gov.co*. Obtenido de *www.ipse.gov.co*: <http://www.ipse.gov.co/transparencia-y-acceso-a-informacion-publica/informacion-de-interes2/preguntas-frecuentes/2-uncategorised/83-preguntas-frecuentes-2>
- Malagón, D. (2002). Los suelos de Colombia, Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia. *Revista de la Academia de Ciencias Geográficas*, 135.
- Medina C, M. A. (21 de 06 de 2018). Colombia tiene 40 millones de hectáreas para producir alimentos. *El Espectador*, pág. 1.
- Medioambiente. (08 de 01 de 2020). ¿Cómo y por qué se producen las heladas? *El Tiempo*, pág. 1.
- Micha, V., Anchante, J., & Hidalgo, M. (2019). *Propuesta de mejora en gestión de la calidad en el uso de energía renovable del proyecto de electrificación rural*. Obtenido de [http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2320/1/Victor%20Ruiz\\_Jose%20Anchante\\_Michel%20Hidalgo\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Maestria\\_2019.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2320/1/Victor%20Ruiz_Jose%20Anchante_Michel%20Hidalgo_Trabajo%20de%20Investigacion_Maestria_2019.pdf)
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (27 de 04 de 2020). *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Paginas/Leyes.aspx>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2012). *Política de turismo de naturaleza*. Bogotá.
- Ministerio de Energía. (21 de 04 de 2020). *¿Qué son las Energías Renovables?* Obtenido de <https://www.energia.gob.cl/educacion/que-son-las-energia-renovables>
- Ministerio de Minas y Energía. (30 de 08 de 2020). *www.minenergia.gov.co*. Obtenido de *www.minenergia.gov.co*: <https://www.minenergia.gov.co/energias-renovables-no-convencionales>
- Molina, J. (20 de 09 de 2020). *www.agrointeligencia.com*. Obtenido de *www.agrointeligencia.com*: <https://www.agrointeligencia.com/futuro-la-energia-en-agricultura/>
- Moncada, F. (2017). *Análisis de las energías renovables y su posible implementación en Colombia*. Bogotá: Agustiniiana Revista Académica.

- Mora, M., Ríos, L., Ramos, L., & Almario, J. (2016). *Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia*. Leticia: Universidad de la Amazonía.
- Naciones Unidas- ONU. (05 de 10 de 2020). <https://www.un.org/>. Obtenido de <https://www.un.org/https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- Noticias ONU. (13 de 03 de 2019). *news.un.org*. Obtenido de [news.un.org: https://news.un.org/https://news.un.org/es/story/2019/03/1452781](https://news.un.org/https://news.un.org/es/story/2019/03/1452781)
- Pamplona, L., & Romero, F. (2019). *Propuesta de un sistema de energía solar térmica como forma de mitigar emisiones de CO2*. Bogotá: Universitaria Agustiniana.
- Pasqualino, J., Cabrera, C., & Vanegas, M. (2014). *Los impactos ambientales de la implementación de las energías eólica y solar en el Caribe Colombiano*. Cartagena: Fundación Universitaria Tecnológica Comfenalco.
- Perfetti, J., Balcázar, A., Hernández, A., & Leibovich, J. (2013). *Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia*. Bogotá: SAC y Fedesarrollo.
- PNUD. (16 de 03 de 2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy.html>
- Porter, M. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 97-118.
- Porter, M. (2015). *Ventaja Competitiva*. Grupo editorial Patria.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (27 de 08 de 2020). *www.undp.org*. Obtenido de [www.undp.org: https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html](https://www.undp.org/https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html)
- Puerto, J. (2017). *Proyecto de Plantación y Puesta en Riego con Tecnología*. Sevilla: Deposito de Investigación Universidad de Sevilla. Obtenido de [idus.us.es: https://idus.us.es/handle/11441/57357;jsessionid=CE86F3A1C3E28ACB53C7F08C363007B9?](https://idus.us.es/https://idus.us.es/handle/11441/57357;jsessionid=CE86F3A1C3E28ACB53C7F08C363007B9?)
- Revista Semana. (2018). Estas son las energías renovables no convencionales. *Semana*, 1.
- Revista Semana-Leyes. (2014). Conozca las leyes con las que el país potencia las energías renovables. *Semana*, 1.
- Robles, C., & Rodríguez, O. (2018). Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia. *Espacios*, 10.

- Rojas, C. (01 de 06 de 2020). *www.france24.com*. Obtenido de *www.france24.com*: <https://www.france24.com/es/20200601-dia-medioambiente-deforestaci%C3%B3n-amenaza-amazonas>
- Romero, D. H. (2011). El perfil competitivo local como factor determinante para el desarrollo de la floricultura en Madrid (Cundinamarca). *Revista Facultad de Ciencias Económicas : Investigación y Reflexión; Bogotá. Tomo 19.*
- Romo, R. (2012). La investigación de corte interpretativo. Aportes a los procesos de producción cultural. *Educación*, 76.
- Sachs, J. (2014). *La era del desarrollo sostenible*. Nueva York: Ediciones Deusto.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: Interamericana Editores.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2014). *Plan Binacional de Integración Fronteriza*. Quito: Senplades.
- Semana. (2018). Estas son las energías renovables no convencionales. *Semana*, 1.
- Ser Colombia Asociación Energías Renovables. (13 de 09 de 2020). *www.ser-colombia.org*. Obtenido de *www.ser-colombia.org*: <https://www.ser-colombia.org/index.php/asociados>
- Sociedad de agricultores de Colombia-SAC. (1 de 12 de 1998). *www.mamacoca.org*. Obtenido de *www.mamacoca.org*: [http://www.mamacoca.org/e\\_book\\_Compendio\\_rural/SOCIEDAD\\_DE\\_AGRICULTORES.htm](http://www.mamacoca.org/e_book_Compendio_rural/SOCIEDAD_DE_AGRICULTORES.htm)
- Sorensen, B. (1991). *Energías renovables : una descripción técnica. La política energética*. Elsevier Ltd.
- Suez Agriculture. (27 de 09 de 2020). *www.suez-agriculture.com*. Obtenido de *www.suez-agriculture.com*: <https://www.suez-agriculture.com/es/blog/soluciones-de-la-agricultura-frente-al-cambio-climatico>
- Tsai, W. T., & Kuan, C. (2010). *Un análisis de la generación de energía de las plantas de incineración de residuos sólidos municipales (RSU) en Taiwán*. Elsevier Ltd.
- Ucha, F. (03 de 2010). *Definición de Agricultura*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/agricultura.php>
- Uniagustiniana. (27 de 08 de 2020). *www.uniagustiniana.edu.co*. Obtenido de *www.uniagustiniana.edu.co*: <https://www.uniagustiniana.edu.co/noticias/inauguracion-del-edificio-fray-eugenio-ayape-en-la-uniagustiniana>

- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2014). *Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014*. Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).
- Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Bogotá: La Imprenta Editores S.A.
- Unidad de planeación minero energética UPME. (2015). *Plan energetico nacional Colombia: ideario energetico-2050*. Bogotá: Upme.
- Unidad de Planeación Minero Energética-UPME. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Bogotá: La Imprenta editores.
- Unión Temporal Cidet–Ecsim. (2017). *Estudio de pre-factibilidad para la instalacion y operación de un centro de evaluación tecnologico*. Bogotá: UPME.
- Universia Costa Rica. (4 de Septiembre de 2017). *Tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa*. Obtenido de <https://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos-investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html>
- Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas - SGA. (05 de junio de 2018). *Estas son las Energías Renovables No Convencionales*. Obtenido de <https://comunidad.udistrital.edu.co/piga/2018/06/05/estas-son-las-energias-renovables-no-convencionales/>
- Villanueva, D. (2018). *Estudios sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia*. Medellin: Universidad EAFIT.
- Viva Solar Colombia. (20 de 09 de 2020). [www.vivasolar-colombia.com](http://www.vivasolar-colombia.com). Obtenido de [www.vivasolar-colombia.com](http://www.vivasolar-colombia.com): <https://www.vivasolar-colombia.com/productos/bombas-de-aguas/>
- Vivas, J. (05 de 10 de 2020). El mapa de 1.710 poblados que aún se alumbran con velas en Colombia. *El Tiempo*, pág. 1.
- Viviana, B. (2018). *Innovación social mediante la recolección, almacenamiento y aprovechamiento*. Bogotá: Universitaria Agustiniiana.
- Wikimedia. (25 de 05 de 2020). *Michael Porter*. Obtenido de Michael Porter: [es.wikipedia.org/wiki/Michael\\_Porter](https://es.wikipedia.org/wiki/Michael_Porter)