

# ESTUDIO DE BIOMASA EN UNA FINCA LOCALIZADA EN LA COMUNIDAD NARANJAL DE LA PARROQUIA ABDÓN CALDERÓN

---

*Data de aceite: 05/03/2023*

**Katherine Lisbeth Carreño Suárez**  
<https://orcid.org/0000-0002-9132-7732>

**María Rodríguez Gámez**  
<https://orcid.org/0000-0003-3178-0946>

**Telly Yarita Macías Zambrano**  
<https://orcid.org/0000-0002-5005-7967>

**Antonio Vásquez Pérez**  
<https://orcid.org/0000-0003-4738-7970>

**Ricardo Fabricio Muñoz Farfán**  
<https://orcid.org/0000-0001-6960-6869>

**Gonzalo Rigoberto Menoscal Chilán**  
<https://orcid.org/0009-0006-3155-2141>

**Tanya Beatriz Bravo Mero**  
<https://orcid.org/0000-0002-3437-8584>

STUDY OF BIOMASS IN AN ORCHARD LOCATED IN THE NARANJAL COMMUNITY OF THE ABDÓN CALDERÓN PARISH

**RESUMEN:** La producción de energías renovables es necesaria en lugares donde se pueda aprovechar su potencial. La huerta

de Don Javier, ubicada en la comunidad de Naranjal, está constituida por varios cultivos de vegetales los cuales se destinan para el mercado y consumo personal. Los residuos generados en la huerta son de gran importancia y utilidad, ya que permite obtener energía de la biomasa provocando un impacto positivo al medio ambiente debido a que el dióxido de carbono que se produce no llega a la atmósfera, sino que es utilizada por las plantas para su proceso de fotosíntesis dando como resultado una contaminación neutra o casi nula. Se realizó una entrevista al propietario de la huerta para obtener información acerca de la cantidad de cultivos que se produce. Esta investigación se desarrolló con un método cualitativo, la cual nos permitió conocer cómo se comporta el potencial de biomasa, en la parroquia Abdón Calderón.

**PALABRAS CLAVES:** biomasa; potencial energético; residuos; fotosíntesis.

## 1 | INTRODUCCIÓN

La energía juega un papel importante en la economía a nivel mundial, es un elemento que ayuda para el desarrollo

y funcionamiento de las sociedades contemporáneas. El mundo se ha vuelto muy dependiente de ella, ya sea en menor o mayor medida. En la actualidad se observa que su dependencia se acentúa en la mayoría de los países, dato que es visible, con solo acceder a las estadísticas de oferta y consumo de energía.

Hoy en día, debido al calentamiento global y a la gran cantidad de gases de efecto invernadero a la atmósfera, la población está tomando conciencia medioambiental optando por las fuentes de energías alternativas, donde se encuentra la biomasa.

La biomasa, es el material orgánico que más ha sido utilizado en la historia de la humanidad, siendo el primer combustible empleado por el hombre, que puede sustituir a los combustibles fósiles y a la energía nuclear, sin provocar daños a la atmósfera, ya que se caracteriza por tener un bajo contenido de carbono, un elevado contenido de oxígeno y compuestos volátiles. Es producida por las plantas a realizar el proceso de la fotosíntesis. El poder calorífico de la biomasa depende mucho del tipo de biomasa considerada y de su humedad.

Junto con otros combustibles alternativos, crea una barrera para los crecientes precios del petróleo. Según la efectividad de los marcos políticos e institucionales, se abre a los países la oportunidad de promover un desarrollo nacional y rural sostenible gracias al fomento de la bioenergía; muchos países poseen extensas superficies forestadas que, mediante una ordenación sostenible, pueden producir grandes cantidades de combustibles renovables. Algunos países ya han adoptado políticas que estimulan el uso de la madera para la producción de energía.

A nivel europeo se ha desarrollado de manera específica un plan de acción sobre la biomasa (Comisión de las Comunidades Europeas, 2005) en el que se hace hincapié en que, con el uso de esta fuente energética, Europa puede reducir su dependencia de los combustibles fósiles, disminuir sus emisiones de gases de efecto invernadero y estimular la actividad económica en las zonas rurales.

En Ecuador, debido a su naturaleza agrícola y forestal, la biomasa constituye una fuente renovable de energía con un alto potencial de aprovechamiento. El uso de los residuos agrícolas con fines energéticos representa una oportunidad para mejorar la situación socioeconómica de las áreas rurales y urbanas; además, una mayor participación de las energías renovables puede ser una alternativa fundamental para diversificar la matriz energética, en apoyo a la estrategia del país. El cacao y la palma africana, son los principales cultivos con mayor volumen de producción.

En el cantón Portoviejo, se implementó dentro de la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), una planta prototipo de

pirolisis para extraer productos energéticos de los residuos que quedan de la semilla de piñón, fruto que no tiene fines alimenticios y es una fuente de biocombustible, que busca promover la valoración de los residuos agrícolas.

Debido a la importancia que tiene la biomasa en el mix energético, se busca hacer un estudio sobre la actividad agro productiva en la parroquia Abdón Calderón, especialmente en una huerta de 2 hectáreas ubicada en la comunidad de Naranjal, para la realización de un análisis sobre el posible aprovechamiento de los residuos con la finalidad de reducir la contaminación ambiental.

La biomasa ha sido el primer combustible empleado por el hombre y el principal hasta la revolución industrial, se utilizaba para cocinar, calentar el hogar, hacer cerámica; posteriormente, para fundir metales, alimentar las máquinas de vapor. Fueron precisamente estos nuevos usos, que progresivamente requerían mayor cantidad de energía en un espacio cada vez más reducido, los que promocionaron el uso del carbón como combustible sustitutivo, a mediados del siglo XVIII (Rangel & Portilla, 2015).

Desde ese momento se empezaron a utilizar otras fuentes energéticas más intensivas (con un mayor poder calorífico), y el uso de la biomasa fue bajando hasta mínimos históricos que coincidieron con el uso masivo de los derivados del petróleo y con unos precios bajos de estos productos.

A pesar de ello, la biomasa aún continúa jugando un papel destacado como fuente energética en diferentes aplicaciones industriales y domésticas. El carácter renovable, no contaminante comparado con otras fuentes y el papel que puede jugar en el momento de generar empleo y activar la economía de algunas zonas rurales, hacen que la biomasa sea considerada una clara opción de futuro. (SECRETARÍA DE ENERGÍA, 2008).

Después de una amplia revisión bibliográfica, se obtuvo que la parroquia Abdón Calderón existen las condiciones adecuadas para hacer utilizar los residuos procedentes de la agricultura para la generación de energía fundamentalmente en zonas rurales, donde la calidad de la energía en la etapa de invierno no es adecuada.

## **2 | MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación está basada en la revisión bibliográfica y el método cualitativo, en el cual se pudo explorar mediante una visita técnica los diferentes tipos de cultivos para poder ser analizados. Como instrumento de recolección de datos se utilizó la entrevista, permitiendo mantener un diálogo con el propietario de la huerta, obteniendo información que sirvió para poder verificar los problemas existentes, la investigación permitió capacitar al dueño de la parcela en el uso de los residuales que produce la huerta, además concluir

que los sistemas energéticos de biomasa son generadores de empleo e ingresos y las oportunidades de desarrollo rural.

### 3 | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La biomasa se define como el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. Como tipo de biomasa, se puede distinguir entre biomasa animal, forestal y residuales domésticos. La biomasa vegetal es producida por las plantas al fijar la luz, agua y dióxido de carbono mediante el proceso de la fotosíntesis como se observa en la figura 1, donde la energía solar queda almacenada en enlaces químicos, y puede ser liberada mediante procesos como la combustión, la digestión, la descomposición o bien mediante hidrólisis y fermentación a combustibles líquidos o gaseosos.

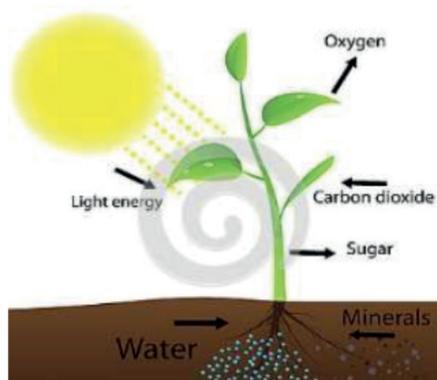


Figura 1. Fotosíntesis

Fuente: Guzmán (2015)

La bioenergía puede contribuir de manera a la sustitución de las fuentes de energía fósil y nuclear dando lugar a los diferentes energéticos útiles para los seres humanos, los cuales se obtienen sometiendo a la biomasa a procesos de transformación, en la figura 2, se observan las diferentes formas que pueden producirse.

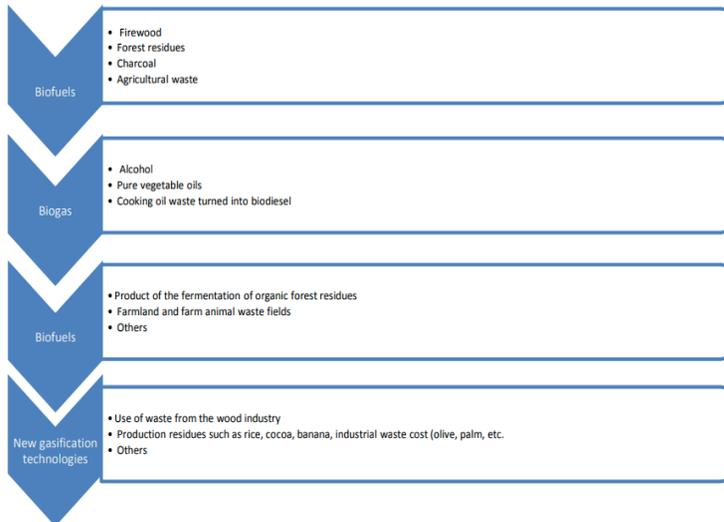


Figura 2. Algunas formas de producción de la bioenergía

Fuente: Corre (2016), García et al. (2013)

La bioenergía es la única fuente de energía renovable que se puede almacenar tan fácilmente como el petróleo y el gas, lo cual es una ventaja económica para establecer el equilibrio entre la oferta y la demanda de energía. En el sector eléctrico, esta misma cualidad hace que la bioenergía para la producción de electricidad sea completamente integrada a la red, ya que las plantas de bioenergía constituyen capacidades de potencia eléctrica. A largo plazo, la transición energética puede llevar al empleo de diferentes tipos de combustibles además de lograr con el uso de diferentes residuos portar a la seguridad alimentaria y la protección ambiental (Suárez & Martin, 2010).

La bioenergía sustentable ofrece nuevas oportunidades a la agricultura, fomenta la propagación de vegetación, permite un mejor equilibrio entre desarrollo urbano y rural, y propicia un mejor manejo de espacios, bosques, reservas naturales, asentamientos humanos y actividades productivas, además ayuda a la eliminación de los desechos orgánicos rurales y urbanos, por lo que contribuye a la higiene y al desarrollo de materiales y sustancias de origen orgánico para la industria de la construcción y del papel (Doussoulin, 2007).

Es bueno señalar que el logro de la bioenergía debe realizarse alejándose de los sistemas de producción agrícola intensiva, a gran escala y basados en monocultivos, ya que con frecuencia llevan a la deforestación y la pérdida de biodiversidad (Preston, 2011).

De manera genérica, se pueden distinguir dos categorías de material orgánico para la producción energética:

- Residuos orgánicos, naturales y de origen antropogénico, que sin otra utilización liberan energía en el proceso de su descomposición y dan como resultado dióxido de carbono y metano. Los residuos orgánicos naturales son todos aquellos que se generan anualmente en los bosques. Su cantidad es enorme, y es factible usarlos para fines energéticos. Sin embargo, a fin de preservar la existencia de los bosques, su aprovechamiento exige que se realice en el marco de un manejo sustentable, que conserve los equilibrios de los nutrientes de los suelos y los ecosistemas.
- Plantaciones o cultivos agro energéticos, inducidos por el ser humano con vistas a su utilización energética o como materias primas para otras industrias. Van desde plantaciones forestales de aprovechamiento rápido, pasando por plantaciones de palmeras, pastos de crecimiento rápido, y cultivos de caña de azúcar y de colza, entre otros. (Sampeiro & Martínez, 2010:1-39), (Rincón & Silva, 2014).

### **Biocombustibles sólidos**

Los biocombustibles sólidos más importantes, combustibles de tipo primario, son los constituidos por materiales lignocelulósicos procedentes del sector agrícola o forestal y de las industrias de transformación que producen este tipo de residuos. La paja, los restos de poda de vid, olivo o frutales, la leña, las cortezas y los restos de podas y aclareos de las masas forestales son materia empleada en la elaboración de biocombustibles sólidos de origen agrario. Cáscaras de frutos secos, huesos de aceitunas y de otros frutos, residuos procedentes de la extracción del aceite de orujo en las almazaras, restos de las industrias del corcho, la madera y el mueble, constituyen una materia prima de calidad para utilizarla como biocombustible sólido. Mediante la combustión de esta biomasa se obtiene energía que se aprovecha directamente como energía térmica o se transforma en energía eléctrica. El poder calorífico inferior, variable con la humedad del combustible, es la característica más representativa de su calidad.

Aunque una parte importante de la biomasa se utiliza directamente, como por ejemplo la leña en hogares y chimeneas, las nuevas aplicaciones de los biocombustibles sólidos se basan en un tratamiento capaz de acondicionarla a los requerimientos de la demanda. Las formas más generalizadas de utilización de este tipo de combustible son astillas, serrín, pellets y briquetas.

### **Biocombustibles líquidos**

La denominación de biocombustibles líquidos o biocarburantes se aplica a una serie de productos de origen biológico utilizables como combustibles de sustitución de los derivados de petróleo o como aditivos de éstos para su uso en motores. Actualmente

sólo son comerciales los de primera generación, etanol y biodiesel. En ambos casos las materias primas de las que proceden tienen también uso alimentario.

## **Bioetanol**

Las complejas moléculas orgánicas —azúcares, hidratos de carbono, celulosa, hemicelulosa, lignina— que sintetizan las plantas a partir de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y nutrientes se concentran en la parte fibrosa. El bioetanol se obtiene por fermentación de los azúcares procedentes, principalmente, de caña de azúcar y maíz, siendo el biocarburante que se produce en mayor cantidad en el mundo. El producto resultante del proceso de fermentación de los azúcares contiene una gran cantidad de agua que es preciso eliminar para poder utilizarlo como carburante.

Se emplean tres familias de materias primas para la obtención del etanol. Azúcares procedentes de la caña o de la remolacha. Almidones procedentes de cereales como maíz, cebada o trigo. Celulosa y hemicelulosa procedentes del material lignocelulósico de los vegetales.

## **Biodiesel**

La naturaleza de los aceites vegetales, plantea una serie de inconvenientes, debidos principalmente a su elevada viscosidad, a la hora de utilizarlos directamente en los vehículos actuales. Es necesario realizar una serie de transformaciones en los motores convencionales, o bien utilizar motores Elsbett (Honty, Lobato, & Mattos, 2005), para que los triglicéridos puedan emplearse como carburantes, cuando no se introducen estos cambios se deben transformar los aceites en ésteres metílicos o etílicos y glicerina, con el fin de mejorar sus características como combustible (Rojas, Girón, & Torres, 2010). De esta manera se consigue que las moléculas de largas cadenas ramificadas iniciales, de elevada viscosidad, se transformen en otras moléculas de cadena lineal, de menor viscosidad y de características fisicoquímicas y energéticas más parecidas a las del gasóleo de automoción.

El biodiesel es un biocarburante líquido que está constituido por ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de lípidos renovables tales como aceites vegetales o grasas animales y que se emplean en motores de ignición por compresión. Los ésteres más utilizados son los de metanol y, en mucha menor medida, etanol.

El biodiesel es un combustible de automoción muy similar al gasóleo, lo que no ocurre con el aceite sin modificar. Por ejemplo, la viscosidad de los ésteres es dos veces superior a la del gasóleo mientras que la del aceite crudo es diez veces superior. Otras propiedades como índice de metano, densidad o punto de infamación, son similares

en ambos carburantes lo que permite utilizar el biodiesel puro o mezclado en distintas proporciones con el gasóleo de automoción en los motores convencionales. American Society for Testing and Material Standard (ASTM), ha especificado distintas pruebas que se deben realizar a los combustibles para asegurar su correcto funcionamiento (León, y otros, 2009).

En la producción de biodiesel se ha utilizado aceite procedente de una gran variedad de semillas oleaginosas como el girasol y la colza (Europa), la soja (Estados Unidos) y el coco (Filipinas) y de frutos oleaginosos como la palma (Malasia e Indonesia) (Lafont, Espitia, & Páez, 2019).

## **Biocombustibles gaseosos**

A partir de la biomasa se pueden obtener varios combustibles gaseosos como biogás, gas de gasógeno y gas de síntesis e hidrógeno. El hidrógeno es un vector energético que se presenta como una alternativa a la estructura energética actual debido fundamentalmente a sus ventajas ambientales y a su aplicación en pilas de combustible. Su combustión produce agua y una gran cantidad de energía (27.000 kcal/kg) por lo que resulta idóneo para múltiples aplicaciones industriales, domésticas y de transporte (Romero, 2010).

La obtención de hidrógeno a partir de compuestos orgánicos se realiza mediante un proceso, denominado “reformado”, que consiste en romper las moléculas hidrocarbonadas mediante reacciones con vapor de agua en presencia de un catalizador. Este combustible, presenta importantes problemas logísticos debido a su inflamabilidad y baja densidad. La alternativa de licuar el gas tropieza con el elevado consumo energético y las grandes inversiones necesarias para la distribución directa. Debido a que su utilización se justifica fundamentalmente por razones ambientales, las fuentes de energía renovables constituyen la materia prima ideal para obtenerlo.

Entre las moléculas orgánicas procedentes de la biomasa con posibilidades para ser fuente de hidrógeno, el bioetanol es la opción que presenta menores costes y mayor versatilidad. Es adecuado para satisfacer diferentes aplicaciones porque la generación de hidrógeno a partir de etanol puede oscilar entre pocos kW y varios MW. La producción de hidrógeno utilizando etanol in-situ como materia prima tiene la misma logística que la existente para los combustibles fósiles lo que supone un importante descenso de los costes de distribución del hidrógeno (Romero, 2010).

## **Ecuador**

La República del Ecuador se encuentra ubicada en la costa noroeste del océano Pacífico, con una extensión territorial de 283.561 km<sup>2</sup> limitada al norte con Colombia, y

tanto al sur como al este con Perú. Se encuentra en una zona tropical que cuenta con cuatro regiones naturales definidas por su clima y geografía, dividiéndola en: costa, sierra, oriente y región insular o Galápagos (Rodríguez & Vázquez, 2018).

La economía ecuatoriana está basada en la exportación de varios productos, en especial del petróleo, en el año 2016 se exportó 5,05 miles de millones de dólares (Cepeda et al., 2016).

La agricultura también es considerada un pilar fundamental en la economía permitiéndole al país colocarse en varias oportunidades como principal exportador de productos agrícolas. Haciéndolo acreedor de galardones por la gran calidad de sus productos. Dentro de sus principales productos agrícolas está el banano representando 2,74 miles de millones de dólares, flores 802 millones, cacao 622 millones, entre otros. Por otra parte, la acuicultura representa el 15 % de las exportaciones con un valor de 2,59 miles de millones de dólares.

Estas cifras demuestran que Ecuador es un país rico en materia agrícola y recursos naturales, pero que a pesar de esto no ha desarrollado una industria capaz de competir con el mercado internacional para exportar productos elaborados con mayor valor adquisitivo. (Banco Mundial, 2016)

## **La biomasa en Ecuador**

La biomasa en el país del Ecuador es muy abundante, pero debido a ser un país en desarrollo todavía no se explota como debería, la de residuos agrícolas es una de las más abundantes como el banano, café, cacao, flores, maíz, cascarilla de arroz, papas, etc.

Diferentes ministerios ecuatorianos como el de producción, el de pre inversión y el de electricidad lanzaron un Atlas Bioenergética del Ecuador, que cuenta con la información más completa y actualizada de la producción de la biomasa del territorio ecuatoriano, y servirá como un instrumento base para la formulación de perfiles de proyectos, políticas y futuras investigaciones en el ámbito bioenergética (Atlas Bioenergético del Ecuador, 2014) (Instituto Nacional de Pre inversión, 2014).

El atlas consta de mapas que detallan la localización y la cantidad de biomasa residual disponible por cantón y su respectivo potencial energético para 10 cultivos agrícolas (banano, arroz, cacao, caña de azúcar, maíz, palma africana, piña, café, palmito y plátano), 3 actividades pecuarias (avícola, porcina y vacuna) y la actividad forestal. Se consideran dos aspectos de la biomasa residual: contenido energético, determinado a partir de información y resultado de ensayos de laboratorio de muestras tomadas en campo a nivel nacional y distribución geográfica de la biomasa residual cantonal.



Según los datos obtenidos del Censo Nacional Agropecuario del año 2000 y las Encuestas de Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) del año 2012, se tiene los 5 productos con mayor producción de biomasa en la provincia de Manabí, el primer lugar el plátano. En la figura 4, se muestran los parámetros de producción absoluta de cada uno de ellos, junto con la cantidad de residuos ambos expresados en toneladas anuales y la energía bruta en TJ/año.

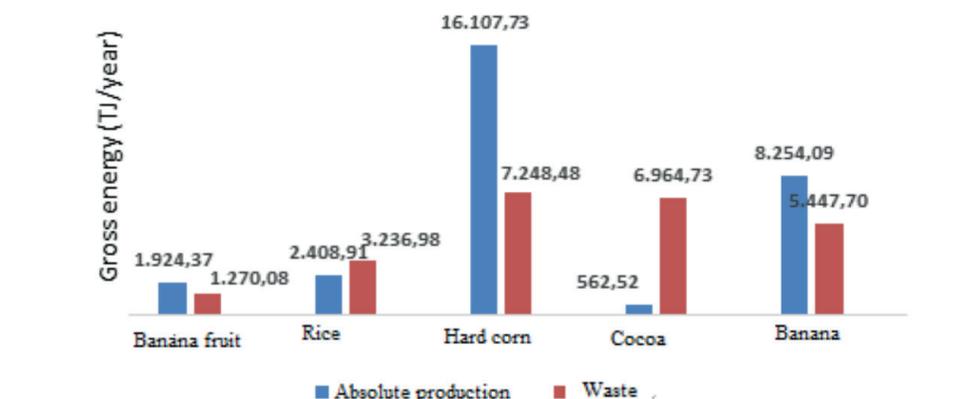


Figura 4. Productos con mayor productividad de biomasa en Manabí

Fuente. Elaboración propia con datos obtenidos a través del Atlas Bioenergético (Gobierno Nacional de la República del Ecuador, 2014)

Una de las industrias más destacadas de Manabí empezó a generar energía a través de calderos de biomasa hace unos meses, es un proyecto en el país y ayuda a la reducción del CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

La planta está situada en el cantón de Montecristi y genera 17,4 Megavatios (MW) hora para ser utilizado en las actividades diarias de la empresa. Para la obtención de la energía se acumulan los desechos de nuez de palmiste, que es un subproducto del aceite de palma rojo, residuo que antes era utilizado para calentar hornos de industrias cementeras (Tierra y Mar, 2019).

## Biomasa en Portoviejo

Según el estudio realizado por (Reyna & Bowen, 2018), sobre la estimación del potencial de biomasa en el valle del río Portoviejo mediante imágenes satelitales, muestra la calidad de la vegetación cerca del río. En la figura 5. Se muestra que la mayoría de la zona presenta una vegetación sana y muy pocos suelos desnudos o cuerpos de agua.

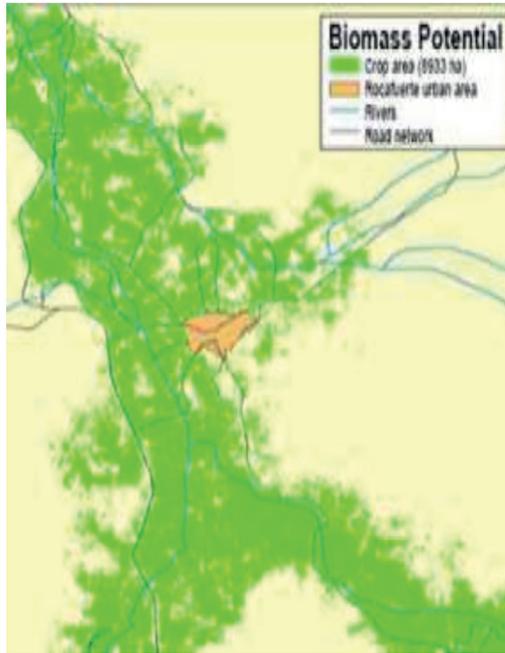


Figura 5. Cobertura de cultivos para el valle del río Portoviejo

Fuente: SIGDS (Reyna & Bowen, 2018)

El maíz es, el cereal más sembrado en Portoviejo, superando al plátano y al arroz, es una planta anual y su rápido crecimiento le permite alcanzar hasta los 2.5 m de altura, y se adapta muy bien a todos los tipos de suelos especialmente con PH de 6 a 7 y son muy ricos en materia orgánica. En la figura 6 se muestra un resumen del sector agrícola con mayor producción en Portoviejo con sus parámetros principales.

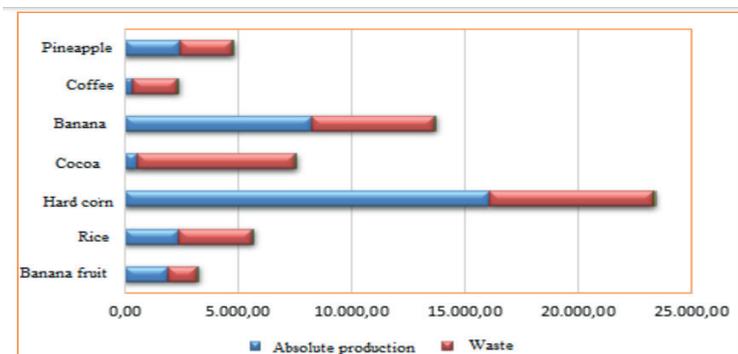


Figura 6. Sector agrícola de Portoviejo

Fuente. Elaboración propia con datos obtenidos a través del Atlas Bioenergético (Gobierno Nacional de la República del Ecuador, 2014)

Hace poco tiempo, se implementó una planta prototipo para pelletización de torta residual de piñón, en el cantón Portoviejo. La pirólisis es la degradación térmica o volatilización de la biomasa en ausencia de oxígeno. El material sólido o carbonizado obtenido se puede utilizar como combustible en procesos industriales, en la cocción de alimentos o como materia prima para la producción de carbón activado. El gas producido se utiliza para la generación de energía mecánica y térmica o puede ser transformado en otros productos químicos. El producto líquido, también identificado como condensado o bioaceite, puede ser convertido en un combustible rico en hidrocarburos para su combustión en motores y en la generación de energía mecánica y térmica. (Álvarez, 2013)

El objetivo central de la planta, es realizar una serie de investigaciones para optimizar el aprovechamiento y la generación de energía a partir de la biomasa residual del piñón, mismo que es utilizado para la producción de biocombustible. El piñón utilizado como materia prima, es cosechado de las cercas vivas ubicadas en las fincas de pequeños productores de zonas marginales de la provincia de Manabí. La cosecha de este rubro es una de las principales fuentes de ingresos adicionales que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las familias campesinas.

El INIAP genera alternativas tecnológicas para la producción agroindustrial de biocombustibles, basándose en sistemas agro sostenibles con especies adaptadas a diferentes zonas agroecológicas del país.

A dicho evento se dieron cita varias autoridades locales y nacionales, entre ellas representantes del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad (CNEL), entre otros. (INIAP, s.f.)

## **Abdón Calderón**

Abdón Calderón se encuentra ubicada entre las coordenadas 1°02'50"S y 80°19'27"O. Existe una diferencia de extremo a extremo en su latitud de 15,6 km. y una diferencia de extremo a extremo en su longitud 17,7 km. Las comunidades más numerosas son: Miguelillo, El Jobo, Quebrada de Guillén en este sitio se ha trabajado en eficiencia energética de la zona (Rodríguez, Mielles, Vélez, & Vázquez, 2020), se encuentra La Balsa, Bijahual, El Hormiguero, Florestal, Maconta, Pimpiguasí, todas ellas comunidades rurales.

La parroquia Abdón Calderón está inmersa en la población total del cantón Portoviejo 280.029 con aproximadamente 18,500 habitantes, de los cuales tiene un predominio del

50.60 % de hombres, sobre el total de mujeres del 49.40 %. (Bowen & Bravo, 2014). Es la parroquia más poblada del cantón Portoviejo y cuenta con importantes recursos naturales y actividades agrícolas que representan una oportunidad inigualable para el aprovechamiento de potencialidades.

La estructura territorial de la parroquia rural comprende de un espacio constituido por su cabecera parroquial y la zona dispersa conocida como rural que comprende las áreas agrícolas, pecuarias y forestal y la importante zona de protección ecológica que constituye los bosques protectores, santuarios de vida silvestre, etc. La cabecera parroquial es una estructura poblacional que no tiene sus límites definidos, que está integrada por sectores en el cual predominan las viviendas con densidad baja y el comercio con vivienda, característica de las áreas rurales de la costa manabita.

La producción agrícola y agroforestal es muy abundante en la parroquia y depende bastante de la temperatura del aire ya que se asigna mayor importancia como causa de las variaciones que experimentan el crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos agrícolas. La temperatura promedio anual es de 25,4 C, y decrece en el mes de junio con la estación seca y incrementando en el mes de diciembre con la estación lluviosa. El valor promedio mensual de humedad relativa está entre 70 % y 83 %, los valores máximos se registran normalmente durante la época lluviosa. (GAD Abdón Calderón, 2015-2019). Al igual que el resto de la provincia de Manabí, la parroquia está sujeta a un clima influenciado por la presencia de las corrientes marinas frías de Humboldt y cálida del niño.

En la parroquia existen dos tipos de suelo: los de las colinas de mediano tamaño y de constitución arcillosa. Entre las partes más montañosas de las comunidades existen varios cultivos de café, plátano, etc., tanto para la comercialización y consumo propio. Las especies de más importancia económica en este concepto son el guineo, la tagua, plátano, café, maní, maíz y cacao e incluso existe una planta procesadora de maní, que cuenta con equipos ecológicos para el secado y almacenamiento del producto y lo procesa de diferentes maneras para la elaboración de pasta de maní, salprietá, maní caramelo, maní salado, maní quebrado, harina de maní, entre otros derivados. Siendo un precursor de la economía de la zona. (El telégrafo, 2015).

La vegetación natural con intervenciones alcanza un 42,61 % de la superficie total parroquial y significa un 11 % del total cantonal. El territorio está cubierto por asociaciones con agricultura permanente, de ciclo corto y pastos. La gran parte del territorio se encuentra altamente intervenida.

La comunidad de Naranjal, es un lugar considerado de importancia para la actividad agrícola debido a que tiene tierras de muy buena calidad y sus moradores son agricultores

que en sus propias casas tiene pequeñas huertas. Además de ser un lugar reservado para el cultivo de la agricultura, se ha constituido en una potencia turística por sus cualidades geográficas de mucho agrado. Una de las cualidades dadas por la naturaleza es su ubicación junto al río Calderón.

La huerta del propietario Don David Carreño, está ubicada a unos 2 kilómetros de la entrada de la comunidad Naranjal y tiene una dimensión de 5 hectáreas donde hay siembras de productos como maíz, maní, yuca y plátano. 1 hectárea de maní bota 49 quintales y está listo para recoger en 110 días, casi lo mismo que el maíz a diferencia de que la segunda demora un poco más porque se recoge en seco y por cada hectárea da entre 110 a 120 quintales. El plátano es más comercializado pero su reproducción es de 8 meses a 1 año, todos los residuos que se recolectan son quemados o se donan como alimento para las vacas.

Calderón constituye un centro de aprovisionamiento y polo comercial de insumos básicos dedicado a la comercialización de los productos del sector y de la región, en la figura 7, se muestra los principales cultivos de la parroquia.

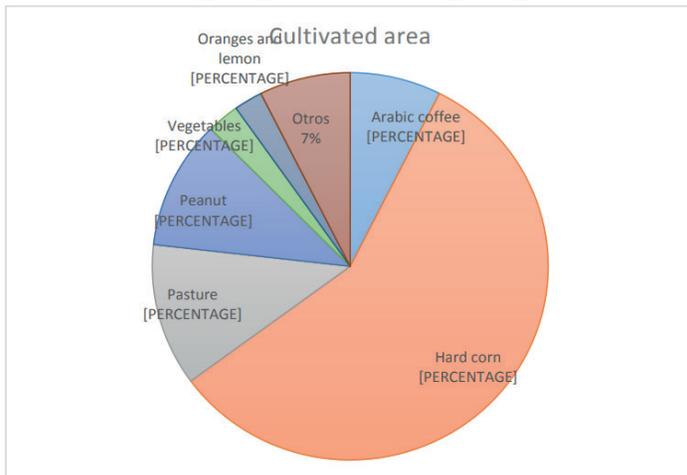


Figura 7. Cultivos de la parroquia Abdón Calderón  
Fuente: PDOT GAD Abdón Calderón (2015-2019)

Los costes energéticos están en continuo crecimiento, debido al alza de los precios de los combustibles fósiles; pero, se tiene a disposición una fuente de energía accesible, económica y renovable como es el caso de la biomasa.

En la huerta de Don Javier, existe una gran variedad de cultivos agrícolas cuyos desechos se puede obtener suficiente materia orgánica para producir energía de una manera limpia; sin embargo, no existe un buen aprovechamiento total del mismo, ya que los residuos que se generan son quemados o regalados como abono y alimento para las vacas. El maíz, actualmente es el cereal más sembrado en la huerta, en la figura 7 (A), se observan los residuos de maíz producidos. Este puede ser utilizado junto con basura orgánica a través de un proceso de descomposición y producir biogás. EL biogás puede ser almacenado sin ningún problema y producir electricidad en figura 8 (B), los residuos de plátano y en la (C), los de yuca.



Figura 8. Residuos de la huerta.

Otro de los cultivos de la huerta es el plátano, donde se aprovecha mejor el suelo y se evita la erosión, aplicando lo que se llama tres bolillos. A partir de sus residuos lignocelulósicos puede producir bioetanol, por presentar en su composición un alto contenido de celulosa y hemicelulosa, además de ser un recurso abundante en la zona estudiada, además se cultiva la yuca tiene una duración de casi 9 meses, Don David, tiene que sembrar constantemente para no desabastecerse, por cada hectárea invierte aproximadamente 500 dólares entre todos los implementos, en la entrevista realizada comento sobre la cantidad de residuos que produce en el campo.. Con la yuca se puede producir bioetanol, capaz de generar electricidad para la comunidad en áreas donde hay insuficiencia energética.

Para el dueño de la huerta, esta es su fuente de trabajo y de alimentación por eso trabaja todos los días para poder tener un sustento económico, Al conocer que puede producir biomasa a partir de todos sus cultivos lo llenó de mucha satisfacción debido a que desconocía que los residuales generados podrían convertirse en diferentes formas de generación de energía.

## 4 | CONCLUSIONES

Ecuador es un país productor de biomasa, al igual que la provincia Manabí, sus parroquias y el modelo de la huerta estudiada, demostrando que existe un gran potencial de recursos agrícolas y forestales cuyos residuos se pueden utilizar como energéticas limpias y renovables ayudando a sustituir a los combustibles fósiles sin provocar emisiones de efecto invernadero a la atmósfera.

Se realizó un estudio de los 5 cultivos con mayor producción de biomasa en Manabí y se mostró el potencial energético de cada uno de sus diferentes cantone, donde se pueden utilizar los avances de las nuevas tecnologías y aprovechar la biomasa para convertirse en biocarburentes, biogás y en biocombustibles para generar calor, electricidad e inclusive para la cocción de alimentos, donde su explotación debe de hacerse en términos sustentables.

Los sistemas energéticos de biomasa son generadores de fuentes de empleo e ingresos ayudando a mejorar las condiciones de vida de las personas que habitan en la zona e impulsar el desarrollo rural.

## REFERENCIAS

Rodríguez, C., Mieles, G., Vélez, A., & Vázquez, A. (2020). Energy Efficiency: Training for Baccalaureate Students. *International Research Journal of Management, IT & Social Sciences*, 7(3), 65-71. <https://doi.org/10.21744/irjmis.v7n3.899>

Atlas Bioenergético del Ecuador. (2014).

Álvarez, A. (17 de junio de 2013). Caracterización química de biomasa y su relación con el poder calorífico. Repositorio Institucional Universidad de Oviedo. <http://hdl.handle.net/10651/17777>

Banco Mundial. (2016). Datos Ecuador. Recuperado el 23 de noviembre de 2019, de <https://datos.bancomundial.org/pais/ecuador>

Bowen, K., & Bravo, J. (26 de Noviembre de 2014). Trabajo de investigación: Parroquia Abdón Calderón. Obtenido de <https://pt.slideshare.net/fabiangustavov2014/trabajo-de-investigacin-parroquia-abdn-caldern-del-cantn-portoviejo>

Cepeda, P., Zurita, E., & Ayaviri, D. (2016). Los ingresos petroleros y el crecimiento económico en Ecuador, 18(4), 459-466. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2016.238>. Revista de Investigaciones Altoandinas, 18, 459-466. doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2016.238>

Corre, P. G. (2016). Energías renovables en Ecuador. Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos I, 8(2), 179. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n3/rus24316.pdf>

Doussoulin, E. (2007). La bioenergía: Un nuevo desafío para el desarrollo del desierto en Chile. *Idesia*, 25(2), 5-6. doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292007000200001>

el telégrafo. (20 de diciembre de 2015). En Calderón se prodrá procesar maní. Obtenido de La localidad portovejense tendrá una nueva planta: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/en-calderon-se-podra-procesar-mani>

Escuela de Organización Industrial. (s.f.). Máster en Energías Renovables y Mercado Energético, Madrid. Obtenido de Biomasa en el Ecuador: <https://www.eoi.es/blogs/merme/biomasa-en-el-ecuador/>

GAD Abdón Calderón. (2015-2019). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Portoviejo.

García, C., Vaca, M., & Talero, G. (2013). Aprovechamiento de Biomasa Peletizada en el Sector Ladrillero en Bogotá-Colombia: Análisis Energético y Ambiental. *Información tecnológica*, 24(3), 115-120. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642013000300013](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000300013)

Gobierno Nacional de la República del Ecuador. (2014). Atlas Bioenergético de la República del Ecuador (Primera ed.). Ecuador: ESIN Consultora S.A.

Guzmán, L. (19 de diciembre de 2015). Ecología en tu vida. Obtenido de <http://lilianamguzman.blogspot.com/2015/12/como-se-genera-la-biomasa.html>

Honty, G., Lobato, V., & Mattos, J. (2005). Energía 2025. Escenarios energéticos para el Mercosur. Obtenido de <http://ambiental.net/wp-content/uploads/2000/01/HontyEnergia2025.pdf>

INIAP. (s.f.). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de INIAP e INER inauguran planta de pirolisis de biomasa de piñón: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/iniap-e-iner-inauguran-planta-de-pirolisis-de-biomasa-de-pinon/>

Instituto Nacional de Preinversión. (2014). Atlas bioenergético del Ecuador. Obtenido de <http://biblioteca.olade.org/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=5720>

Lafont, J., Espitia, A., & Páez, M. (2019). Estudio Físicoquímico del Aceite y Análisis Proximal de la Torta de Semillas Oleaginosas nativas de Córdoba-Colombia. *Información tecnológica*, 30(4). Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid)

León, J., Gasparini, R., Rodríguez, M., Huarte, G., Estrada, J., & Filgueiras, E. (2009). manual de Biocombustible. Obtenido de [http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/IICA/Manual\\_Biocombustibles\\_ARPEL\\_IICA.pdf](http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/IICA/Manual_Biocombustibles_ARPEL_IICA.pdf)

Pelaez, M., Gracia, M., & Martí, J. (2015). Energías renovables en el Ecuador. Situación actual, Tendencias y Perspectivas. Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/286756139\\_Estado\\_de\\_uso\\_de\\_la\\_biomasa](https://www.researchgate.net/publication/286756139_Estado_de_uso_de_la_biomasa)

Preston, T. (2011). Producción de alimentos y energía en un sistema agrícola amigable con el ambiente y con el balance de carbono negativo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3), 32. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid)

Rangel, A., & Portilla, C. (2015). El proceso de sustitución de combustibles pesados por gas natural en el sector industrial del Valle del Cauca y del Cauca - Colombia 2004-2012. *Apuntes del CENES*, 35(61), 237-266. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cenes/v35n61/v35n61a09.pdf>

Reyna, L., & Bowen, A. (2018). SIGDS. Obtenido de Estimación del potencial de biomasa en el valle del río Portoviejo mediante imágenes satelitales: <file:///C:/Users/ComitéDePres.FIAG/Downloads/REYNA-LIZARDO-MAURICIO.pdf>

Rincón, J., & Silva, E. (2014). Bioenergía: Fuentes, conversión y sustentabilidad (La Red Iberoamericana de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos en Producción de Energía ed.). Obtenido de <https://www.ianas.org/docs/books/ebp01.pdf>

Rodríguez, M., & Vazquez, A. (2018). La energía fotovoltaica en la provincia de Manabí. Portoviejo: ISBN: 978-9942-948-20-5. Obtenido de [https://www.utm.edu.ec/ediciones\\_utm/index.php/component/content/article?id=713:la-energia-fotovoltaica-en-la-provincia-de-manabi](https://www.utm.edu.ec/ediciones_utm/index.php/component/content/article?id=713:la-energia-fotovoltaica-en-la-provincia-de-manabi)

Rodríguez, M., Vázquez, A., Velez, A., & Saltos, W. (2018). Mejora de la calidad de la energía con sistemas fotovoltaicos en las zonas rurales. *Revista científica*, 33, 265-274. doi: <http://dx.doi.org/10.14483/23448350.13104>.

Rodríguez, M., Vázquez, A., Villacreces, C., & Caballero, I. (2019). The Systems of Geographical Information, Sustainability, and Local Development in the Manabí Province. *Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems*, 12(02 special issue), 1421-1431. doi:<http://www.jardcs.org/abstract.php?id=436>

Rojas, A., Girón, E., & Torres, H. (2010). Variables de operación en el proceso de transesterificación de aceites vegetales: una revisión - catálisis enzimática. *Ingeniería e Investigación*, 30(1). Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-56092010000100003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092010000100003)

Romer, A. (2010). Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles (Vol. 104I). Madrid.

Romero, A. (2010). Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. *Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fís.Nat. (Esp)*, 104(2), 331-345. Obtenido de <http://www.rac.es/ficheros/doc/00979.pdf>

Sampeiro, J., & Martínez, A. (20101-39). BIOENERGÍA. *Revista ciencia*.

SECRETARÍA DE ENERGÍA. (2008). Energía Biomasa. En *Energías Renovables* (pág. 5). Argentina. Obtenido de [file:///C:/Users/ComitéDePres.FIAG/Desktop/libro\\_energia\\_biomasa.pdf](file:///C:/Users/ComitéDePres.FIAG/Desktop/libro_energia_biomasa.pdf)

Suarez, J., & Martin, G. (2010). Producción de agroenergía a partir de biomasa en sistemas agroforestales integrados: una alternativa para lograr la seguridad alimentaria y la protección ambiental. *Pastos y Forrajes*, 33(3). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942010000300001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000300001)

Tierra y Mar. (23 de marzo de 2019). el telégrafo. Obtenido de La Fabril genera energía a base de desechos de palma: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/lafabril-energia-desechos-palma-africana-montecristi>