

## **PROYECTO DE INVERSIÓN: PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS DE PRODUCCIÓN DE BANANO EN EL URABÁ ANTIOQUEÑO**

### **1. Resumen ejecutivo**

La región del Urabá, localizada en el noroeste de Colombia, es un epicentro agrícola de vital importancia para el país, destacándose principalmente por su producción de banano. Con más de 35,000 hectáreas dedicadas al cultivo de esta fruta y una producción anual que supera las 1.5 millones de toneladas, el Urabá es responsable de aproximadamente el 75% de las exportaciones de banano de Colombia. Este sector no solo representa una fuente crucial de ingresos y empleo para la región, sino que también posiciona a Colombia como uno de los principales exportadores de banano a nivel mundial.

Pese a los beneficios económicos de la producción de banano, esta actividad genera muchos residuos orgánicos. Se estima que, por cada tonelada de banano producida, se generan aproximadamente dos toneladas de residuos, que incluyen hojas, pseudotallos y frutos no comercializables. En muchos casos, estos desechos son simplemente descartados o utilizados de manera ineficiente, representando un desafío ambiental y una oportunidad perdida para su aprovechamiento.

En este contexto, surge la necesidad de implementar estrategias innovadoras y sostenibles que permitan aprovechar estos desechos de banano. La conversión de residuos agrícolas en energías renovables, particularmente biocombustibles, se presenta como una solución viable y beneficiosa. Esta alternativa no solo contribuiría a la reducción de la huella ambiental de la industria bananera, sino que también impulsaría el desarrollo de fuentes de energía limpia, apoyando así los esfuerzos globales para combatir el cambio climático.

El proyecto busca explorar las oportunidades y desafíos de la generación de biocombustibles a partir de residuos de banano en la región del Urabá. Se analizarán las tecnologías disponibles para la conversión de biomasa en biocombustibles, los beneficios ambientales y económicos de esta transformación, así como las políticas y estrategias que podrían facilitar su implementación. A través de esta investigación, se busca promover un modelo de desarrollo sostenible que aproveche los recursos locales de manera eficiente, contribuyendo al bienestar económico y ambiental de la región y del país.

### **2. Estudio de mercado**

Para saber si el proyecto es viable o no es necesario hacer diferentes estudios, y uno de esos es el estudio de mercado, pues este “es uno de los estudios más importantes y complejos que deben realizarse para la evaluación de proyectos, ya que, define el medio en el que habrá de llevarse a cabo el proyecto.” (Orjuela & Sandoval, 2002). En el cual se tomaron puntos referentes para la consulta, como lo fue, el entorno, la competencia, la energía que usan en Urabá, y el impacto ambiental que este proyecto tendría.

Del estudio se obtuvieron más beneficios que impedimentos, empezando con la competencia. Haciendo una investigación en varios repositorios sobre el uso del residuo del plátano, se encontraron proyectos enfocados más que todo en las celulosas, lo que nos permite tener un camino “libre” para implementar los desechos del banano como un biocombustible, aunque si se encontró la creación de energías por medio de residuos orgánicos en general (con un proceso similar al que se implementaría) por medio de la

biomasa siendo este el término referido para “abarcarse toda la materia orgánica apta de ser utilizada como fuente de energía, teniendo en cuenta que existen diferentes tipos de biomasa, en nuestro caso es biomasa residual, es decir, son los residuos orgánicos o sólidos que provienen de las actividades de las personas o animales.” (Moreno, 2021). Aun así, nuestra marca sería el enfoque en los miles de toneladas del banano perdido.

Como nuestro proyecto está enfocado en el municipio de Urabá, las investigaciones hechas fueron basadas en Colombia, en un margen más cercano, para una obtención de datos más acertadas. La información se sacó de la federación de biocombustibles de Colombia, gremio que tiene como misión “Promover el crecimiento sostenible del sector de las energías limpias y renovables para la movilidad y el transporte...”

Con esto nos damos cuenta el gran impulso que tienen los biocombustibles como medio de energía renovable en Colombia, apostando se le al proyecto desde hace una década y en la cual han estado participado gran variedad de aliados empresariales como, Manuelita, Bioenergy, Fedepalma, Sector agroindustrial de la caña, ecodiesel, Etc.

Considerando esto, el proyecto tendría mucho apoyo, ya que aportará tanto al medio ambiente como a la economía y al país, incentivando e impulsando los biocombustibles y energías renovables del país. Como lo fue el uso de la caña de azúcar para esta misma misión “Colombia solo se utiliza caña de azúcar como el cultivo de más productividad y rendimiento, con el cual se cubre el 75% de la demanda interna de etanol carburante” (Delgado, Salgado, & Perez, 2015).

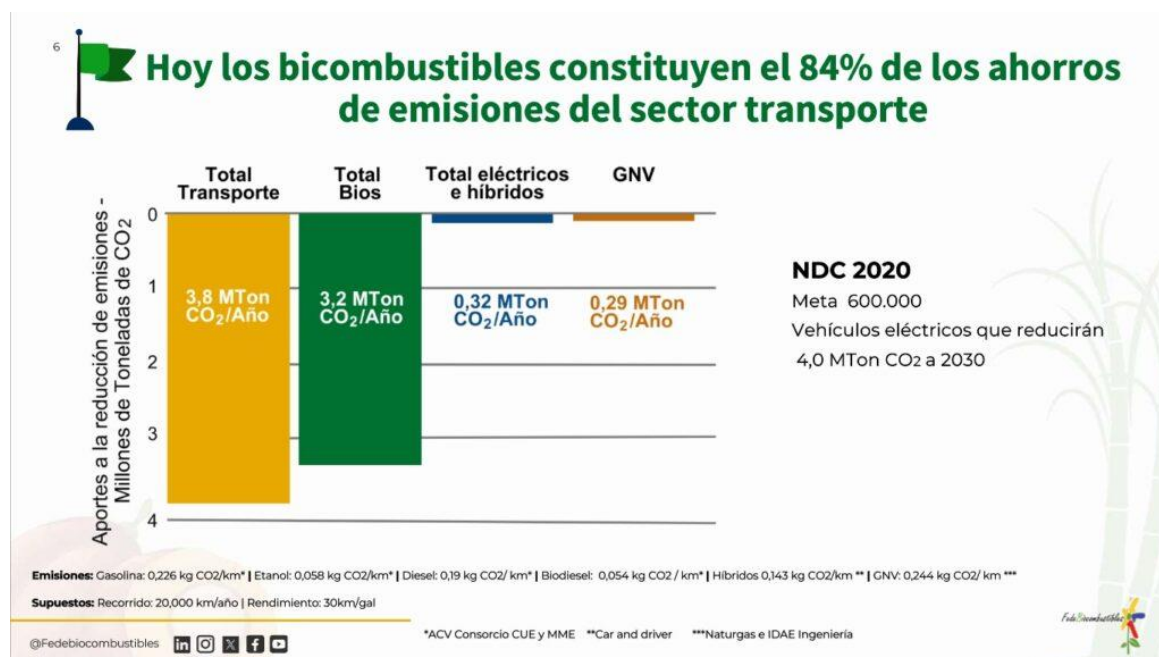


Ilustración 1: Porcentaje de ahorro de emisiones de biocombustibles en el sector transporte

De este modo, la publicidad y acogimiento del proyecto, ya que, al haber tantas empresas involucradas en el sector, al haber tantas noticias positivas, es más fácil convencer tanto a las industrias del sector privado como al público, pero primero toca vender el proyecto y usarlos como aquellas empresas que se encuentran en el sector privado y que va a ser un gran aporte económicamente, luego de esto, se continuaría con las empresas más pequeñas, y así ir expandiendo el proyecto poco a poco.

Se busca lograr esta publicidad por medio de conferencias, campañas empresariales, las diferentes ferias, de los diferentes pueblos y usando las redes sociales, que son un gran potenciador de marketing en la vida actual, para llegar a todos los rincones del mundo.

Por otro punto, la demanda de energía en Urabá es de combustibles fósiles, uno de los mayores contaminantes del medio ambiente por sus componentes, a su vez a lo largo de los años ha traído diferentes enfermedades a nivel nacional. En un informe publicado en el 2019 por el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2019) se estimó que “los daños causados al ambiente por los principales países consumidores de combustibles fósiles pueden estar alrededor de los dos trillones de dólares.” (Mondragón, 2022), es por esto por lo que buscamos aprovechar cada uno de los desechos del plátano para crear una energía que no contaminante, y aprovechada tanto para las industrias bananeras del sector, como para los demás comercios.

Y con esto tocamos otros de los puntos que también se estudió, y es la gran oportunidad de mercado que se tendría, como:

- Lo producido por los desechos del banano, puede ser vendida a otras industrias o empresas locales.
- A partir de las biomásas poder crear otros productos que se puedan utilizar en las bananeras

Ya que se habló de los beneficios, se tocarán los impedimentos que se encontraron, siendo una de ellas las tecnologías que se tendrían que usar. Esto se debe a que se cuenta con requerimientos muy específicos para poder volver el plátano ya sea en bioproductos o biocombustibles, lo que desencadenara un factor económico por los altos costos que se puede producir para poder conseguir las tecnologías necesarias, y el impulso para que sea aceptado socialmente, puesto que, ese también llegaría a ser un impedimento, ya que las cosas nuevas y sin poca explicación puede crear controversia y desconfianza. Por último, el tema de logística y administración, pero de todo esto se profundizará en los estudios siguientes.

Se concluye que el estudio del mercado tiene un buen potencial, tanto para desarrollarse como las cosas positivas que puede traer, y que todo se lograría con una buena administración, paciencia y recursos suficientes para que tenga una buena acogida tanto en las industrias, los pequeños comercios, como en las personas del común que trabajan en esos sectores como obreros. Además, abordando los impedimentos de forma integral para obtener una solución óptima y con buenos frutos.

### **3. Estudio técnico**

Gracias a que el estudio de mercado da el aval para continuar con la metodología del proyecto considerando la creciente demanda a estos medios alternativos (biocombustibles) gracias al epicentro ambiental del planeta actualmente y tomando al Urabá Antioqueño como eje central por ser la zona con mayor producción de banano en Colombia, a continuación, se presentarán las diferentes alternativas para la producción, organización, estrategias y métodos necesarios para la realización del proyecto teniendo en cuenta los recursos disponibles para obtener el producto deseado (Lopez E., *et. al*, s.f.).

#### **3.1 Ingeniería Básica**

##### **3.1.1 Descripción del producto**

El bioetanol es un biocombustible derivado de procesos de degradación, se produce a partir de materia prima orgánica rica en azúcares (caña de azúcar, frutas,

etc.), normalmente se mezcla con gasolina aumentando el rendimiento de la combustión y minimizando la producción de gases de efecto invernadero.

La planta de producción de bioetanol es una alternativa para aprovechamiento de residuos descartados y para facilitar el movimiento de productos de exportación evitando pérdidas evitables en la producción.

En este caso, el bioetanol producido a partir del banano de descarte representa una buena alternativa para las zonas bananeras de este país, generando desarrollo industrial y social, aportando a la economía y procurando la competitividad de Colombia en el mercado de las exportaciones.

### 3.1.2 Descripción del proceso

Existen múltiples formas para degradar compuestos orgánicos para generar biocombustibles, tales como la incineración, la fermentación, tratamientos hidrotermales y digestión anaeróbica. Todas las anteriores son buenas candidatas para participar en el proyecto; sin embargo, aquella que por conveniencia resultaría más factible es la pirólisis.

La pirólisis es un método ecológico conocido por el tratamiento biomasa renovable para la producción de bioenergía. Contribuye a reemplazar el uso de combustibles fósiles mediante la putrefacción de sustancias biológicas en condiciones limitadas o nulas de oxígeno ( $O_2$ ) para producir bioaceites, gas de síntesis y biocarbón. Existen distintos rendimientos de pirólisis dependiendo de las condiciones en las que se cuente, estas son pirolisis lenta, rápida y flash. Además, los productos de pirólisis han demostrado un excelente rendimiento en la producción de biocombustibles; sin embargo, la descomposición de la biomasa durante mucho tiempo emite  $CO_2$  y una cantidad limitada de  $CH_4$ , lo que aporta al calentamiento

Proceso	Rendimiento (%)		
	Líquidos	Char	Gas
Pirólisis lenta	40 - 50	10 - 20	20 - 30
Pirólisis Rápida	60 - 75	15 - 25	10 - 20
Pirólisis Flash	< 10	< 10	> 80

global (Giwa A., 2023).

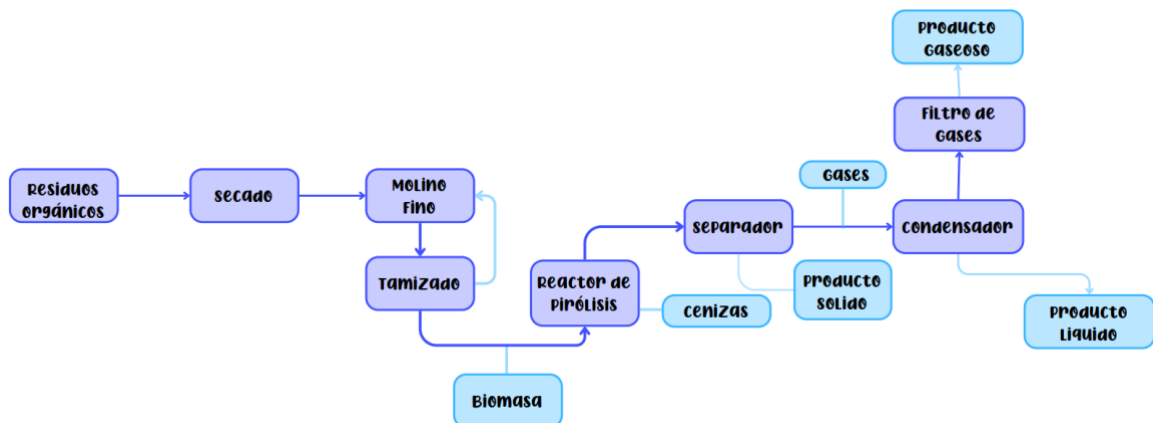
Tabla 1: Rendimiento de productos que se obtienen a partir de los diferentes procesos de pirólisis.

Como se ve en la tabla y teniendo en cuenta las especificaciones del producto que se desea obtener, se optará por la pirolisis rápida, esta se realiza a una velocidad de calentamiento rápida de 10 a 200  $^{\circ}C/s$  con un rango de temperatura moderado de 350  $^{\circ}C$  a 700  $^{\circ}C$ , que se ha informado que produce una cantidad igual de biocarbón y bioaceite que de gas de síntesis.

Teniendo en cuenta el tipo de pirólisis que se desea, se buscó un reactor que se adecuara a las condiciones. Este reactor, luego de compararlo con los diferentes que se podían considerar, se decidió que el mejor sería el Reactor de Lecho Burbujante,

este es un equipo con un extenso uso industrial debido a sus características, las cuales le permiten una transferencia de calor eficiente a través del control de temperatura. Por otra parte, el tiempo de residencia del vapor y del sólido está controlado por el agente de fluidización, el cual en ocasiones se utiliza como gas de recirculación del sistema; siendo así que el tiempo de residencia del char es generalmente mayor que el de los vapores (Acosta D. & Gisella L., 2014).

En este tipo de reactores, el producto principal suele ser el bioaceite, el cual se obtiene con una mejor calidad al utilizar reactores con lechos de arena. Es necesario destacar que este tipo de reactor “se comporta como un líquido efervescente de baja viscosidad. De este modo, la forma de las burbujas es parecida en ambos casos: casi esféricas las de pequeño tamaño, alargadas y deformadas cuando crecen, y esféricas con forma de tapón las de mayor tamaño” (J. I. Montoya Arbeláez et al., 2014)

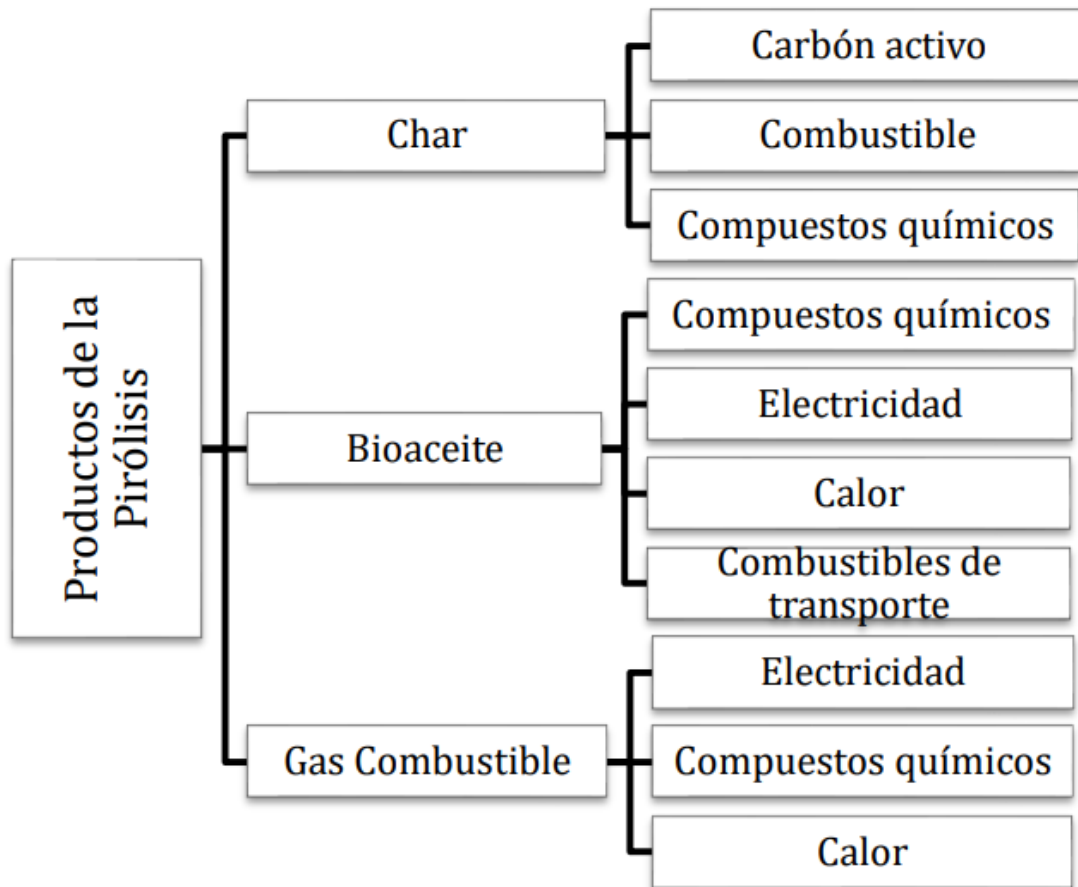


Gráfica 1: Descripción del proceso de pirólisis rápida, elaboración propia

Los productos de la pirólisis rápida son los sólidos (Char), líquidos y gaseosos, pero el interés del proyecto se centra en el producto líquido y de gas. El producto líquido de la pirólisis, también llamado bioaceite, líquido pirolítico o aceite biocombustible, se obtiene como consecuencia de la condensación de los gases condensables y es una mezcla que contiene agua, una alta cantidad de oxígeno y variedad de moléculas de elevado peso molecular (Acosta D. & Gisella L., 2014).

El uso más común del bioaceite es combinarlo con combustibles fósiles para usarlo como combustible de transporte, sin embargo, se hace necesario mejorar sus características fisicoquímicas. Por otra parte, el bioaceite es un producto de fácil almacenamiento y transporte al ser un líquido y es considerado como una fuente de energía renovable que se puede usar para producir electricidad o calor, como combustible en vehículos o para obtener compuestos químicos (Acosta D. & Gisella L., 2014).

El producto gaseoso del proceso de pirólisis se refiere a los gases incondensables del proceso, formados por Hidrógeno, Nitrógeno, Metano, Etano, Hidrocarburos de C4 a C7, Amoníaco, Oxígeno, Monóxido y dióxido de carbono, entre otros. Los posibles usos que puede tener este gas son similares al gas producido en el proceso de gasificación, como la producción de electricidad, para elaborar diferentes compuestos químicos y para producir calor (Acosta D. & Gisella L., 2014).



Gráfica 2: Aplicaciones que se le pueden dar a los productos de la pirólisis. Tomado de Acosta D. & Gisella L. como se citó en M. Cortázar Dueñas, Estudio comparativo de tecnologías comerciales de valorización de residuos sólidos urbanos, tesis pre. Facultad de Cie

Dentro de este proceso existen variables que afectan el rendimiento de la pirólisis rápida, son variables que deben ser estrictamente controladas si se quiere un funcionamiento óptimo del proceso.

**Temperatura y velocidad de calentamiento:** En los procesos de pirólisis rápida, la velocidad de calentamiento es mucho mayor a la del resto, de este modo entre más rápido se el proceso de calentamiento y en tanto se lleve a una mayor temperatura, la reacción será más óptima.

**Tamaño de partículas:** En estos procesos de degradación, siempre es preferible que las partículas tengan un tamaño menor a 2mm ya que de este modo se asegura una pirólisis completa.

**Tiempo de residencia:** El tiempo que los gases permanecen en el reactor depende del flujo de gas de fluidización y del volumen del reactor. Múltiples estudios han evidenciado que los tiempos cortos de residencia disminuyen la formación de reacciones secundarias, aumentando así la producción del líquido, mientras que altos tiempos de residencia garantizan una mayor conversión de la biomasa para productos gaseosos.

### 3.2 Tamaño óptimo del proyecto

Con la finalidad de cuantificar la capacidad de producción de biocombustibles en el área del Urabá antioqueño y los requerimientos necesarios para su óptima producción, se realizará un estimado del tamaño del proyecto en relación a la demanda de este y los procesos que se llevarían a cabo (Lopez E., *et. al*, s.f.).

#### 3.2.1 Identificación de insumos y suministros

Los insumos necesarios para la realización del proyecto se dividen en lo que usará para el transporte, el proceso de pirólisis y la materia prima utilizada (Acosta D. & Gisella L., 2021).

Para el correcto funcionamiento del proceso de pirólisis se necesitará lo siguiente:

- Secador de biomasa
- Triturador de residuos
- Tamiz de finos
- Reactor de lecho burbujeante
- Separador ciclónico
- Condensador
- Bomba de filtrado
- Tanque de almacenamiento

Para la materia prima solo se necesitará el banano de rechazo que se obtenga, por lo que lo que esta dependerá únicamente del transporte:

- Camiones
- Tolvas de recepción

#### 3.2.2 Descripción de maquinaria, equipo y tecnología

**Secador de biomasa:** Equipo industrial diseñado para eliminar la humedad de la biomasa, como madera, aserrín, pellets, residuos agrícolas y otros materiales orgánicos. La reducción de la humedad de la biomasa es crucial para mejorar el poder calorífico haciendo que se libere más energía durante la combustión, reducir los costos de transporte al ser más ligera la biomasa seca y prevé problemas en el almacenamiento ya que la biomasa húmeda puede generar microorganismos como hongos y moho, lo que podría deteriorar la calidad del material (Acosta D. & Gisella L., 2021).

**Triturador:** Dispositivo mecánico diseñado para reducir el tamaño de diversos materiales, como restos de comida, papel, cartón, plástico y otros residuos sólidos con el fin reducir y facilitar su transporte en las estaciones de transferencia y ser un tratamiento previo al proceso de incineración (Acosta D. & Gisella L., 2021).

**Tamiz de finos:** Proceso de separación mecánica que consiste en clasificar materiales granulares según su tamaño de partícula. Esta técnica se utiliza en diversas industrias, incluyendo la construcción, la minería, la agricultura y la industria alimentaria, para reducir el consumo de energía, controlar la calidad de los materiales, separar materiales en diferentes tamaños y mejorar sus propiedades (Acosta D. & Gisella L., 2021).

**Separador ciclónico:** Dispositivo mecánico diseñado para separar partículas sólidas o líquidas de un flujo gaseoso. Su funcionamiento se basa en los principios de inercia

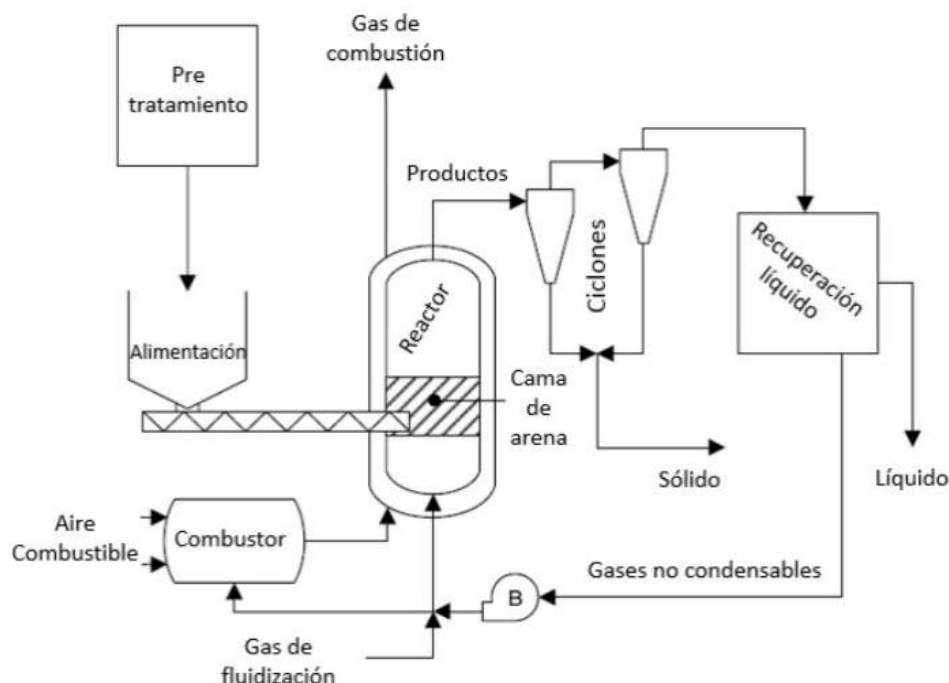
centrífuga y movimiento helicoidal generado por el flujo de gas dentro del separador. Como la corriente de salida del reactor pirolítico se caracteriza por ser una mezcla gaseosa con material particulado. Para separar dicha mezcla sólido-gas proveniente del reactor pirolítico, se usa un separador ciclónico (Acosta D. & Gisella L., 2021).

**Condensador:** El material volátil, es decir, la corriente gaseosa producto de la pirólisis, está conformado por gas de pirólisis y la fase condensable, también conocida como bioaceite. Para obtener el producto líquido. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el bioaceite obtenido contiene agua, la cual es un producto indeseado debido a que disminuye su poder calorífico, por esta razón, se hace necesario el uso de dos intercambiadores de calor conectados en serie (Acosta D. & Gisella L., 2021).

**Bomba de filtrado:** A través de un medio filtrante, se produce la separación de partículas sólidas, líquidos e incluso gases. En este caso, la filtración se realiza para remover las partículas contaminantes del producto gaseoso, afectando su calidad y pureza (Acosta D. & Gisella L., 2021).

**Tanque de almacenamiento:** Espacio en donde se almacenan los productos (Acosta D. & Gisella L., 2021).

**Reactor de lecho burbujeante:** El reactor de lecho burbujeante, también conocido como BFB por sus siglas en inglés, es un equipo con un extenso uso industrial debido a sus características, las cuales le permiten una transferencia de calor eficiente a través del control de temperatura. En este tipo de reactores, el producto principal suele ser el bioaceite, el cual se obtiene con una mejor calidad al utilizar reactores con lechos de arena (Acosta D. & Gisella L., 2021).



Gráfica 3: Esquema del proceso de un reactor de lecho burbujeante en la pirólisis rápida. Tomado de: Acosta D. como se citó en W. D. Fonseca J., Evaluación de un reactor de lecho fluidizado en el proceso de pirólisis catalítica usando desecho de caucho de llanta, tesis post. Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, 2016.

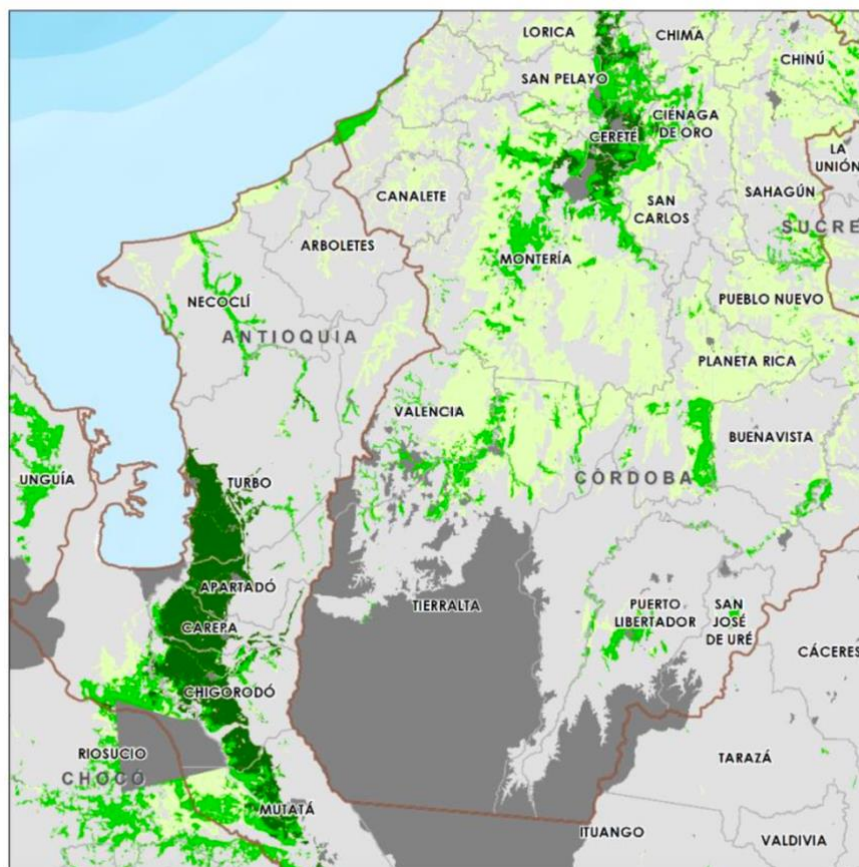


### 3.2.3 Localización y distribución de la planta

Teniendo en cuenta la similitud con el proyecto “DISEÑO DEL PROCESO DE PIRÓLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS”, se trabajará con los principios de una Pirólisis. Por lo que el proyecto contará con 4 zonas específicas: zona administrativa, zona de materias primas, zona de producción y zona de almacenamiento de producto terminado.

Considerando las especificaciones anteriores y asumiendo que el banano de rechazo es del 20-25% (110.000 toneladas anuales) de la producción normal para 35440 hectáreas de plantación en toda la región, al inicio se estima que cada zona de la planta tendrá un área de 300 metros cuadrados, con un total de 1200 metros cuadrados considerando el tamaño de los biorreactores a utilizar; sin embargo, si necesita una mayor producción, se necesitarían al menos 4 plantas que ocupen un aproximado de 0,875 hectáreas para suplir el banano de rechazo anual en forma de biocombustible.

La primera planta será un piloto y allí se recibirá bananos de rechazo del eje bananero, se deberá localizar entre los municipios con mayor producción bananera que son Carepa, Chigorodó, Turbo, San Pedro de Urabá y Mutatá, por centralidad, la planta piloto deberá ubicarse en territorio del municipio de Carepa para optimizar costos de transporte de la materia prima.



*Ilustración 2: Producción agroindustrial en el Urabá, tomado de: Posada Gonzales, S. (n.d.). La Agroindustria Bananera como motor del Desarrollo Socioeconómico de la región de Urabá en los últimos 20 años.*

## 4. Estudio financiero

### 3.1 Costos

Según datos obtenidos del proyecto “DISEÑO DEL PROCESO DE PIRÓLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS”, siendo muy similar en cuanto a los productos a utilizar, se usarán los mismos precios de materiales, mano de obra, costos energéticos y posibles ingresos.

	Tipo Activo	Cant.	Precio (\$)	Valor total (\$)	Vida útil (años)	Depreciación (\$)	Salv. (\$)
<b>Inversiones fijas</b>							
<b>No depreciables</b>							
Terreno		1200	120.000,00	144.000.000,00	*	0,00	0,00
<b>Depreciables Inmuebles</b>							
Construcciones y Edificaciones	Inmueble	1	748.903.729	748.903.729,00	45	16.625.663,00	582.647.009
<b>Total</b>				<b>892.903.729,00</b>		<b>16.625.663,00</b>	
<b>Depreciables, máquinas y equipos</b>							
Clasificador de residuos	Máquinas y equipos	1	69.466.188,00	69.466.188,00	10	6.946.618,80	0,00
Secador de Biomasa	Máquinas y equipos	1	11.454.531,00	11.454.531,00	10	1.145.453,10	0,00
Triturador de residuos	Máquinas y equipos	1	25.865.070,00	25.865.070,00	10	2.586.507,00	0,00
Tamiz de finos	Máquinas y equipos	1	14.262.738,60	14.262.738,60	10	1.426.273,86	0,00
Reactor de lecho burbujeante	Máquinas y equipos	1	29.672.480,00	29.672.480,00	10	2.967.248,00	0,00
Separador ciclónico	Máquinas y equipos	1	7.438.055,13	7.438.055,13	10	743.805,51	0,00
Condensador	Máquinas y equipos	1	2.586.507,00	2.586.507,00	10	258.650,70	0,00
Bombas	Máquinas y equipos	2	1.478.004,00	2.956.008,00	10	295.600,80	0,00
Filtro de gases	Máquinas y equipos	1	1.847.505,00	1.847.505,00	10	184.750,50	0,00
Tanque de Almacenamiento	Máquinas y equipos	3	1.847.505,00	5.542.515,00	10	554.251,50	0,00
<b>Total</b>				<b>171.091.597,7</b>		<b>17.109.159,77</b>	

Tabla 2: Costos de inversión para el proyecto. Tomado de Acosta D. & Gisella L. DISEÑO DEL PROCESO DE PIRÓLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, 2021.

Para los costos de materia prima, como se dijo anteriormente, el banano de rechazo tendría un valor cero pesos colombianos (0.00 COP). Este valor se da porque, al ser residuos de desecho, se entregarían gratuitamente para no ser descartados en su finalidad. Debido a esto, lo único que contaría como costo sería el transporte y la recolección.

Descripción Ítem	Cantidad (horas/mes)	Precio Unitario (\$)	Precio total (\$)
Volqueta	68,4	25.000	1.710.000
Tolva de recepción	68,4	1.573	107.593
<b>Total</b>	<b>\$1.817.593</b>		

Tabla 3 Costos de transporte y recolección del banano de desecho. Tomado de Acosta D. & Gisella L. DISEÑO DEL PROCESO DE PIRÓLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, 2021.

Para los costos energéticos de usar los respectivos equipos tecnológicos se tiene un estimado de:

Equipo	Consumo energético (kWh/t)	Costo mensual de funcionamiento (\$/mes)
Bomba	4,0	1.910.166
Molino de Trituración	3,7	1.349.617
Tamiz de Finos	2,2	802.475
<b>Total</b>		<b>4.062.258</b>

Tabla 4 Costos energéticos de la bomba, molino de trituración y tamiz de finos. Tomado de Acosta D. & Gisella L. DISEÑO DEL PROCESO DE PIRÓLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, 2021.

Para los costos de mano de obra calificada para manejar los equipos de la planta se tiene un estimado de:

Equipo	Cantidad Operarios	Costo por operario (\$)	Costo total (\$)
Clasificador de RSU	2	1.494.239	2.988.478
Secador para biomasa	1	1.494.239	1.494.239
Triturador de RSU	1	1.494.239	1.494.239
Tamiz de finos	1	1.494.239	1.494.239
Reactor de lecho burbujeante	2	1.494.239	2.988.478
Separador ciclónico	1	1.494.239	1.494.239
Condensador de gases industriales	1	1.494.239	1.494.239
Filtro de gases	1	1.494.239	1.494.239
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>**</b>	<b>14.942.390</b>

*Tabla 5 Costos mensuales de mano de obra incluyendo prestaciones sociales. Según los resultados presentados, los costos anuales de mano de obra corresponden a 179.308.680 COP. Tomado de Acosta D. & Gisella L. DISEÑO DEL PROCESO DE PIRÓLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, 2021.*

<b>Personal</b>	<b>Cant</b>	<b>Gasto por personal (\$)</b>	<b>Gasto total (\$)</b>
Gerente	1	12.388.160	12.388.160
Secretaria	1	3.077.040	3.077.040
Ingeniero de Proceso	1	7.838.300	7.838.300
Vendedor	2	4.615.560	9.231.120
Servicios generales	1	1.459.461	1.459.461
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>33.994.081</b>

*Tabla 6 Costos mensuales del personal administrativo incluyendo prestaciones sociales. Según los resultados presentados en la tabla anterior, los gastos anuales administrativos corresponden a COP\$407.928.972. Tomado de Acosta D. & Gisella L. DISEÑO DEL PROCESO DE PIRÓLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, 2021.*

### 3.2 Ingresos

Teniendo en cuenta el precio de venta del bioaceite, biogás y biocarbón del 2021, los ingresos de producción se tomarían según la siguiente tabla:

<b>Producto</b>	<b>Precio de Venta (COP\$/und)</b>	<b>Producción anual (und)</b>	<b>Ingresos Anuales (COP\$)</b>
Bioaceite	14.816	27.392	405.839.872
Biogás	1.207	1.161.506	1.401.937.742
Biocarbón	159.444	967	154.182.348
<b>Total</b>			<b>1.961.959.962</b>

*Tabla 7 Ingresos de producción para cada uno de los productos de la pirólisis e ingresos totales. La unidad correspondiente para el bioaceite es barriles, para el biogás, m<sup>3</sup> y para el biocarbón, toneladas. Tomado de Acosta D. & Gisella L. DISEÑO DEL PROCESO DE PIRÓLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, 2021.*

### 3.3 Financiación

Para poder conocer si es viable financiar el proyecto, primero se estimó la tasa de rentabilidad teniendo en cuenta tanto los ingresos, como los costos de producción, los gastos fijos y los gastos anuales en un tiempo estimado de 5 años y un impuesto establecido del 32% (Acosta D. & Gisella L., 2021).

Estos datos se muestran en la tabla 8:

Periodo	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 1.961.959.962	\$ 2.060.057.960	\$ 2.163.060.858	\$ 2.271.213.901	\$ 2.384.774.596
Costos de producción		\$ 201.119.796	\$ 211.175.786	\$ 221.734.575	\$ 232.821.304	\$ 244.462.369
Gastos fijos		\$ 48.747.096	\$ 51.184.451	\$ 53.743.673	\$ 56.430.857	\$ 59.252.400
Gastos variables		\$ 407.928.972	\$ 428.325.421	\$ 449.741.692	\$ 472.228.776	\$ 495.840.215
Depreciación activos		\$ 33.734.823	\$ 33.734.823	\$ 33.734.823	\$ 33.734.823	\$ 33.734.823
Utilidad antes de impuestos		\$ 1.270.429.275	\$ 1.335.637.480	\$ 1.404.106.095	\$ 1.475.998.141	\$ 1.551.484.789
Impuestos (32%)		\$ 406.537.368	\$ 427.403.994	\$ 449.313.950	\$ 472.319.405	\$ 496.475.133
Utilidad después de impuestos		\$ 863.891.907	\$ 908.233.486	\$ 954.792.145	\$ 1.003.678.736	\$ 1.055.009.657
Depreciación activos		\$ 33.734.823	\$ 33.734.823	\$ 33.734.823	\$ 33.734.823	\$ 33.734.823
Inversiones	\$ 1.063.995.327					
Activos fijos						
Activos diferidos						
Capital de trabajo						
<b>Flujo Neto</b>	<b>\$ -1.063.995.327</b>	<b>\$ 897.626.730</b>	<b>\$ 941.968.309</b>	<b>\$ 988.526.968</b>	<b>\$ 1.037.413.559</b>	<b>\$ 1.088.744.480</b>

Tabla 8 Gastos e ingresos en la producción de biocombustible en 5 años, con un aumento del 5% anual. Tomado de Acosta D. & Gisella L. *DISEÑO DEL PROCESO DE PIROLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS*, 2021.

Considerando los datos obtenidos en este estudio, se calculó la tasa de rentabilidad y el valor presente neto, resultado del 84 %, COP\$731.874.000, respectivamente.

Suponiendo la inversión inicial que se ve en el año 0, se puede afirmar que, en el periodo de 5 años, el biocombustible tendrá una rentabilidad del 84%, lo que indica que el dinero que rentará el proyecto es superior a la tasa de interés, mostrando que el proyecto es óptimo para su elaboración. (Acosta D. & Gisella L., 2021).

Teniendo en cuenta que el estudio en el que nos estamos basando fue hecho en el 2021, es necesario reconocer que estos mismos precios en la actualidad (2024) son más baratos en cuanto a la producción, por lo que se podría concluir que los ingresos generados serían mayor al del piloto de las imágenes.

## 5. Estudio administrativo

### 5.1 Estructura organizacional

#### 5.1.1 Departamento de operaciones

##### 1. Gestión de la planta piloto de producción:

- Supervisar las operaciones de la planta piloto donde se llevan a cabo los procesos de transformación de los desechos de banano en biocombustibles.
- Controlar los parámetros de los procesos productivos (temperatura, presión, tiempos, etc).
- Velar por el correcto funcionamiento de los equipos y maquinaria.
- Programar y ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.

##### 2. Producción de biocombustibles:

- Operar los equipos y maquinaria para llevar a cabo los procesos de obtención de biocombustibles a partir de los desechos de banano.
- Asegurar el cumplimiento de los protocolos y procedimientos establecidos.

- Controlar la calidad de las materias primas y productos intermedios.

**3. Control de calidad:**

- Realizar pruebas y análisis fisicoquímicos a las materias primas, productos intermedios y productos finales.
- Verificar que los biocombustibles obtenidos cumplan con las especificaciones y estándares de calidad requeridos.
- Llevar registros y generar reportes de control de calidad.

**4. Gestión de inventarios:**

- Controlar los inventarios de materias primas, insumos, productos intermedios y finales.
- Coordinar con el departamento de logística el abastecimiento oportuno de materiales.

**5. Seguridad industrial y ambiental:**

- Implementar protocolos de seguridad industrial para prevenir accidentes y riesgos laborales.
- Gestionar el tratamiento y disposición adecuada de residuos y emisiones generadas.
- Asegurar el cumplimiento de regulaciones ambientales aplicables.

**6. Capacitación operativa:**

- Desarrollar programas de entrenamiento y capacitación para el personal operativo.
- Mantener actualizados los manuales y procedimientos de operación.

**5.1.2 Departamento Administrativo y Financiero**

**1. Gestión Administrativa:**

- Gestionar los recursos humanos: contratación, nómina, capacitación, evaluación de desempeño, etc.
- Encargarse de los servicios generales: mantenimiento de oficinas, suministros, transporte, etc.
- Gestionar los seguros del proyecto.
- Llevar a cabo la gestión documental y el archivo del proyecto.
- Coordinar las comunicaciones internas y externas del proyecto.

**2. Gestión Financiera:**

- Gestionar los flujos de caja y pagos del proyecto.
- Llevar la contabilidad y elaborar los estados financieros.
- Gestionar la obtención de fuentes de financiamiento (públicas o privadas).
- Presentar informes financieros periódicos.

**3. Adquisiciones y Contrataciones:**

- Definir y ejecutar los procesos de adquisición de bienes y servicios necesarios para el proyecto.
- Evaluar y seleccionar proveedores bajo criterios de calidad y costos.
- Gestionar y dar seguimiento a las órdenes de compra y contratos.

- Asegurar el cumplimiento de las normativas en materia de contrataciones.

#### **4. Aspectos Legales:**

- Velar por el cumplimiento del marco legal y regulatorio aplicable al proyecto.
- Gestionar los permisos, autorizaciones y licencias requeridas.
- Revisar y asesorar en la formalización de contratos y convenios.
- Gestionar la propiedad intelectual derivada del proyecto.

### **5.1.3 Departamento de Logística**

#### **1. Abastecimiento:**

- Gestionar el suministro oportuno de materias primas (desechos de banano) y otros insumos necesarios para el proceso productivo.
- Coordinar con los proveedores (productores de banano) la recolección y transporte de los desechos.
- Planificar y controlar los inventarios de materias primas e insumos para evitar desabastecimientos.
- Negociar con los proveedores términos de compra favorables (precios, plazos, volúmenes, etc).
- Implementar sistemas de gestión de inventarios y control de stocks.

#### **2. Distribución y Logística de Salida:**

- Gestionar el almacenamiento y conservación adecuada de los biocombustibles y otros productos obtenidos.
- Planificar y coordinar la distribución y transporte de los productos terminados a los clientes.
- Seleccionar los medios y rutas de transporte más eficientes y económicas.
- Gestionar la flota de vehículos de distribución en caso de ser necesario.
- Tramitar los permisos y documentación requerida para el transporte de combustibles.

#### **3. Gestión de Inventarios:**

- Llevar el control de los inventarios de productos terminados.
- Implementar sistemas de trazabilidad de los lotes producidos.
- Coordinar con los departamentos de Operaciones y Ventas para una adecuada gestión de los stocks.

#### **4. Administración de Instalaciones:**

- Gestionar las instalaciones de almacenamiento de materias primas, productos y equipos.
- Velar por el mantenimiento, limpieza y seguridad de los almacenes e instalaciones logísticas.

## **5.2 Políticas y procedimientos administrativos**

### **5.2.1 Políticas y procedimientos para la gestión de recursos humanos:**

- Definir los procesos de reclutamiento, selección y contratación de personal para el proyecto, asegurando la transparencia y equidad.
- Establecer mecanismos de evaluación del desempeño del personal involucrado, incluyendo criterios e indicadores.
- Determinar programas de capacitación y desarrollo profesional para fortalecer las habilidades y conocimientos del equipo de trabajo.
- Definir políticas de remuneración, beneficios y condiciones laborales justas y competitivas.

### **5.2.2 Políticas y procedimientos para la gestión financiera y adquisiciones:**

- Establecer procesos y controles para la gestión eficiente de los recursos financieros asignados al proyecto.
- Definir procedimientos para la adquisición de materiales, equipos y servicios necesarios, asegurando la transparencia y el cumplimiento de regulaciones.
- Determinar mecanismos de rendición de cuentas y auditoría financiera para garantizar el uso adecuado de los fondos.
- Establecer políticas de presupuestación y control de costos para el proyecto.

### **5.2.3 Políticas y procedimientos para la gestión de datos e información:**

- Definir protocolos para la recopilación, almacenamiento, procesamiento y análisis de datos generados durante el proyecto.
- Establecer medidas de seguridad y confidencialidad para proteger la información sensible o propiedad intelectual.
- Determinar políticas de acceso, uso y compartición de datos entre los miembros del equipo y terceros.
- Definir estándares y formatos para la documentación y registro de información del proyecto.

### **5.2.4 Políticas y procedimientos para garantizar el cumplimiento de regulaciones éticas y legales:**

- Establecer lineamientos para asegurar que el proyecto se realice de acuerdo con los principios éticos y las normas legales aplicables.
- Definir procesos de revisión ética y obtención de aprobaciones y permisos necesarios.
- Determinar políticas de integridad científica, prevención de conflictos de interés y prácticas responsables de investigación.
- Establecer procedimientos para el manejo y disposición adecuada de residuos y materiales peligrosos.



### **5.3 Requisitos legales y regulatorios**

Para este proyecto sobre el aprovechamiento de residuos del banano en el Urabá para la producción de biocombustibles, es importante cumplir con diversos requisitos legales y regulatorios. Algunos de los principales requisitos a considerar son:

#### **5.3.1 Regulaciones ambientales:**

- Ley General Ambiental de Colombia y sus decretos reglamentarios, que establecen los permisos y licencias ambientales requeridos para el manejo y aprovechamiento de residuos.
- Resolución 1051 de 2017 del Ministerio de Ambiente, que regula la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos.
- Decreto 1076 de 2015, que regula el manejo de residuos peligrosos y establece los requisitos para su recolección, transporte y disposición final.
- Resolución 631 de 2015, que establece los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales.
- Requisitos de Evaluación de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental, según la Ley 99 de 1993 y el Decreto 1076 de 2015.

#### **5.3.2 Regulaciones de seguridad:**

- Ley 9 de 1979 y Resolución 2400 de 1979, que establecen disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en los lugares de trabajo.
- Resolución 1409 de 2012, que establece el Reglamento de Seguridad para la protección contra caídas en trabajo en alturas.
- Decreto 1072 de 2015, que regula el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Normas técnicas colombianas (NTC) sobre equipos de protección personal, manejo de sustancias peligrosas, señalización de seguridad, entre otras.

#### **5.3.3 Regulaciones laborales:**

- Código Sustantivo del Trabajo, que regula las relaciones laborales, contratos, salarios, jornadas de trabajo, prestaciones sociales, entre otros aspectos.
- Ley 100 de 1993 y decretos reglamentarios, que establecen el Sistema General de Seguridad Social en Salud, Pensiones y Riesgos Laborales.
- Ley 1010 de 2006, que adopta medidas para prevenir, corregir y sancionar el acoso laboral.
- Ley 1562 de 2012, que modifica el Sistema de Riesgos Laborales y dicta disposiciones en materia de salud ocupacional.

- Decreto 1072 de 2015, que regula los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

#### **5.3.4 Regulaciones de construcción e instalaciones:**

- Ley 388 de 1997 y decretos reglamentarios, que establecen normas sobre el ordenamiento territorial y los planes de ordenamiento territorial municipal.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), que establece los requisitos de diseño y construcción sismo resistente para edificaciones.
- Resolución 0472 de 2017 del Ministerio de Vivienda, que fija los lineamientos de construcción sostenible.
- Normas técnicas colombianas (NTC) sobre diseño y construcción de instalaciones industriales, sistemas eléctricos, seguridad contra incendios, entre otras.
- Permisos y licencias de construcción, expedidos por las autoridades locales (curadurías urbanas, alcaldías municipales).

#### **5.3.5 Regulaciones de transporte y logística:**

- Decreto 1079 de 2015, que regula el transporte de carga por carretera y establece los requisitos para vehículos y conductores.
- Decreto 1609 de 2002, que regula el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas.
- Resoluciones de la Superintendencia de Puertos y Transporte, que regulan aspectos como el registro de empresas de transporte de carga.
- Normativas aduaneras y de comercio exterior (DIAN), si se requiere importar o exportar materiales o productos.

#### **5.3.6 Regulaciones de financiamiento y subsidios:**

- Estatuto Tributario y normas complementarias, que regulan los aspectos tributarios y fiscales relacionados con el proyecto.
- Ley 1952 de 2019, que establece el Plan Nacional de Desarrollo y las políticas de inversión pública.
- Normativas de las entidades financiadoras (públicas o privadas) sobre requisitos de rendición de cuentas, auditorías y seguimiento a los recursos otorgados.
- Leyes y decretos sobre transparencia y acceso a la información pública.
- Ley 1778 de 2016 y otras normas anticorrupción aplicables.

## **6. Evaluación económica y social**

A nivel mundial, Colombia es uno de los mayores productores de banano de exportación. Hasta 2023 Colombia ocupaba el 5to lugar en el ranking mundial de exportaciones (*Exportaciones Colombianas de Banano Bajaron En 2022 Por Lluvias y*

*Guerra En Ucrania*, n.d.). Este sector económico, hasta el año 2020, generaba empleo a 170.000 personas (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2021). Con una representatividad del 0,32% de contribución al PIB en materia de exportaciones lo que se traduce en 1,036 mil millones de USD (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2021), La industria bananera es uno de los sectores que más se ha fortalecido en los últimos años.

Antioquia, específicamente en la subregión del Urabá es el mayor representante de la producción de banano de exportación en todo el territorio. Con más del 50% de la producción, esta subregión se ha abierto campo en la producción bananera y presenta un buen prospecto a futuro.

Sin embargo, a realidad social y de desarrollo del Urabá contrasta con estas cifras solo basta con ver el 48 % de la población en condiciones pobres (*Línea de Pobreza Por Ingresos - LPVF*, n.d.) y el 12,8 % (*Tasa de Desempleo VF*, n.d.) de la población desempleada que además de ser la mayor de Antioquia refleja los problemas de una subregión con problemas de infraestructura vial que disminuye y frena la capacidad productiva del Urabá.

La subregión del Urabá depende del presupuesto estatal destinado para esta subregión la reinversión que se realiza desde las utilidades generadas por la industria bananera y su eventual exportación. Ahora bien, teniendo en cuenta que los elevados costos de producción del banano que en promedio son de 7,8 USD (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2021), donde el 70% van a costos fijos y el 30% a costos variables (**Ver tabla 9**), la posibilidad de una reducción de estos en materia de insumos cuyo precio depende en parte del costo de su transporte o del transporte del producto en sí, podría generar más utilidades que pueden ser reinvertidas en infraestructura vial, condiciones laborales, etc.

Si bien es cierto que el proyecto de una planta de producción de bioetanol para reducir los gastos de transporte e insumos dentro de la producción de banano implicaría no solo una renovación de los vehículos utilizados convencionalmente para el transporte del producto, sino también otro tipo de inversión en infraestructura vial, capacitación de personal y los gastos propios de operación de la planta, económicamente favorecería a la subregión, generaría más empleo y tendría un impacto social en donde el Urabá se posicione y fortalezca su posición dentro de la economía.

<b>Costos estimados de producción</b>	
<b>Costos fijos</b>	<b>Costos Variables</b>
<b>70%</b>	<b>30%</b>
Mano de obra	Cosecha
Insumos	Empaque
Fumigación aérea	Comercialización
Administración	Transporte
	Certificaciones
<b>USD 5,50</b>	<b>USD 2,30</b>
<b>Costo por caja USD 7,80*</b>	

Tabla 9 Representatividad de gastos en precio por unidad Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. (2021, June 28). Estudio de costos de producción en el sector bananero de Colombia. [https://www.nachhaltige-agrarlieferketten.org/fileadmin/user\\_upload/Costos-de-produccion-Colombia-ES.pdf](https://www.nachhaltige-agrarlieferketten.org/fileadmin/user_upload/Costos-de-produccion-Colombia-ES.pdf)

## 7. Resultados esperados

Tomando en cuenta que aproximadamente en un contenedor de transporte caben alrededor de 980 (Dirección de Integración Regional y Facilitación, n.d.) cajas y que el coste de transporte por caja es de 0,11 USD (*CALCULOS DE PRODUCCION DE PLATANO*, n.d.), el transporte completo resulta por un valor de 105,55 USD, costos dentro de los que se incluye gasolina, pago al conductor y peajes, se espera una reducción de costos de transporte ya que a pesar de que el bioetanol+gasolina tenga un costo mayor, este supera con creces el rendimiento respecto a la gasolina sola haciendo que a la larga sea más barato, de hecho, esta planta logrará un porcentaje de autosuficiencia ya que el biogas producido será utilizado para abastecer las necesidades energéticas de la misma y disminuyendo los costos de producción.

También se espera una disminución en la tasa de desempleo ya que la creación de estas plantas requerirá de mano de obra para su construcción y posterior funcionamiento.

Por último, este proyecto impulsará al país a cumplir sus metas en materia de desarrollo sostenible para 2030, haciendo un análisis, podemos alinear este proyecto con 7 de los 17 objetivos (**Ilustración 3**)



Ilustración 3 Objetivos de desarrollo sostenible

El etanol es un biocombustible muy eficiente que puede reemplazar a largo plazo los combustibles fósiles, de este modo el proyecto se adhiere a los objetivos 7 y 11 y 13 y además resulta en un paso adelante en el objetivo de transición energética propuesto por el ministerio de minas y energías el 15 de marzo de 2023, también se alinea al 12 ya que se minimiza la pérdida de producto y se aprovecha para ser transformado y recirculado en la economía, a su vez generando empleo (8 y 10) como ya se había mencionado anteriormente y reduciendo la brecha de desigualdad.

Por último, potenciaría la industrialización y la mejora en infraestructura (objetivo 9) que ayudaría al país a mover su economía a los sectores secundario y terciario, generando competitividad a nivel internacional.

## 8. Referencias

- Aries, C., Solarte, J. C., & Ortiz, M. (Mayo de 2024). *Bioenergy and Biorefinery Potential of Residues: A Representative Case of the Sucre Region in Colombia*. Obtenido de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/380264811\\_Bioenergy\\_and\\_Biorefinery\\_Potential\\_of\\_Residues\\_A\\_Representative\\_Case\\_of\\_the\\_Sucre\\_Region\\_in\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/380264811_Bioenergy_and_Biorefinery_Potential_of_Residues_A_Representative_Case_of_the_Sucre_Region_in_Colombia)
- Gomez, J., Sanchez, O., & Matallana, L. (26 de Abril de 2022). *Procesos de Transformación: Perspectiva de Aprovechamiento para los Residuos de la Agroindustria del Plátano I*. Obtenido de Scielo: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552021000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552021000100006)
- Mondragón, F. (04 de Febrero de 2022). *Ciclos del dióxido de carbono en la formación y utilización de combustibles fósiles y su efecto en el cambio climático*. Obtenido de Scielo: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082021000300833&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082021000300833&script=sci_arttext)
- Moreno, C. (2021). *Aprovechamiento de biogás a partir de residuos de estiércol bovinos y residuos orgánicos de alimentos almacenados en un biodigestor en lotes*. Obtenido de Repositorio Universidad de Antioquia : <https://hdl.handle.net/10495/25016>
- Orjuela, S., & Sandoval, P. (Diciembre de 2002). *GUÍA DEL ESTUDIO DE MERCADO PARA LA*. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52522445/Guia\\_para\\_Estudio\\_de\\_Mercado-libre.pdf?1491539100=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD\\_DE\\_CHILE\\_FACULTAD\\_DE\\_CIENCIA.pdf&Expires=1715906996&Signature=ME0wMi3YC~quioic59~v6EjOiL2rQTHDE](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52522445/Guia_para_Estudio_de_Mercado-libre.pdf?1491539100=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD_DE_CHILE_FACULTAD_DE_CIENCIA.pdf&Expires=1715906996&Signature=ME0wMi3YC~quioic59~v6EjOiL2rQTHDE)
- Análisis de las afectaciones del cambio climático en los cultivos de banano en el (1).*  
(n.d.).
- Análisis de las afectaciones del cambio climático en los cultivos de banano en el (2).*  
(n.d.).
- CADENA DE BANANO Indicadores e Instrumentos.* (2018).
- CALCULOS DE PRODUCCION DE PLATANO.* (n.d.). Retrieved May 16, 2024, from <https://agroretiro.tripod.com/calculos.htm#>
- De Biocombustible, O., Partir, A., Cáscara, D. E., Plátano, D. E., Zola, M., Barranzuela, M., Castillo, D., Correa, E., & Rey, J. (n.d.). *ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA*.
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. (2021, June 28). *Estudio de costos de producción en el sector bananero de Colombia*. [https://www.nachhaltige-agrarlieferketten.org/fileadmin/user\\_upload/Costos-de-produccion-Colombia-ES.pdf](https://www.nachhaltige-agrarlieferketten.org/fileadmin/user_upload/Costos-de-produccion-Colombia-ES.pdf)

Dirección de Integración Regional y Facilitación. (n.d.). *COSTOS LOGÍSTICOS DE EXPORTACION DE BANANO*.

*Exportaciones colombianas de banano bajaron en 2022 por lluvias y guerra en Ucrania*.

(n.d.). Retrieved May 16, 2024, from [https://es-us.noticias.yahoo.com/exportaciones-colombianas-banano-bajaron-2022-190145316.html?guccounter=1&guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAAHszYREubvqnXjb6CgBzqJ9fb96P35A\\_ElZwUooQcS8a8NxhxPp9krChio03GgmTAOz80B1xN1L0cn0WFDEI\\_DsoOtyq3M2uFSZuNK-vhuCNKhZ0eB8bOT0\\_oG8HX6r\\_Z-eUyxAbx5BtQYDXFWkrMdLxS1zAzU-YoGxHZmKWHuNL](https://es-us.noticias.yahoo.com/exportaciones-colombianas-banano-bajaron-2022-190145316.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAHszYREubvqnXjb6CgBzqJ9fb96P35A_ElZwUooQcS8a8NxhxPp9krChio03GgmTAOz80B1xN1L0cn0WFDEI_DsoOtyq3M2uFSZuNK-vhuCNKhZ0eB8bOT0_oG8HX6r_Z-eUyxAbx5BtQYDXFWkrMdLxS1zAzU-YoGxHZmKWHuNL)

Giwa, A. S., Sheng, M., Maurice, N. J., Liu, X., Wang, Z., Chang, F., Huang, B., & Wang, K. (2023). Biofuel Recovery from Plantain and Banana Plant Wastes: Integration of Biochemical and Thermochemical Approach. In *Journal of Renewable Materials* (Vol. 11, Issue 6, pp. 2593–2629). Tech Science Press. <https://doi.org/10.32604/jrm.2023.026314>

*Línea de pobreza por ingresos - LPVF*. (n.d.). Retrieved May 16, 2024, from <https://antioquia.gov.co/linea-de-pobreza-por-ingresos-lpvf>

Mendoza, D. C., & Sánchez, J. M. (n.d.). *EVALUACIÓN FINANCIERA DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITES USADOS DE COCINA*.

Rubio, D. A., Claudio, O. I., & Arias, A. M. (n.d.-a). *DISEÑO DEL PROCESO DE PIRÓLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS*.

Rubio, D. A., Claudio, O. I., & Arias, A. M. (n.d.-b). *DISEÑO DEL PROCESO DE PIRÓLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS*.

*Taller preparación final-dinamica-cuerpo-rigido-2009-1 (1) (5) (1) (1)*. (n.d.).

*Tasa de desempleo VF*. (n.d.). Retrieved May 16, 2024, from <https://antioquia.gov.co/tasa-de-desempleo-vf>