

**PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA
PARA OBTENCIÓN DE BIOCARBÓN Y VALORIZACIÓN DE MATERIAL
ORGÁNICO A TRAVÉS DEL PROCESO DE PIRÓLISIS**

**MARÍA CAMILA CORREA LAVERDE RAÚL
ANGULO ARGOTE**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA UNAB ESPECIALIZACIÓN
EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGÉTICOS BUCARAMANGA**

2015

**PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA
PARA OBTENCIÓN DE BIOCARBÓN Y VALORIZACIÓN DE MATERIAL
ORGÁNICO A TRAVÉS DEL PROCESO DE PIRÓLISIS**

MARÍA CAMILA CORREA LAVERDE RAÚL ANGULO ARGOTE

**Trabajo de grado para optar por el título Especialista en Gerencia de
Recursos Energéticos**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA UNAB ESPECIALIZACIÓN
EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGÉTICOS BUCARAMANGA
2015**

*Dedicamos este trabajo
a Dios por darnos fortaleza y entendimiento
en el transcurso de las clases y por brindarnos la oportunidad
de cumplir nuestras metas y sueños*

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

El Msc. César Yobany Acevedo Arenas, por sus consejos y el direccionamiento del proyecto a través de las presentaciones realizadas.

Asimismo al Msc. Oscar Guarín; por brindarnos herramientas técnicas y metodológicas, por sus conocimientos y por sus horas de asesoría.

También deseamos agradecer a nuestros compañeros por su paciencia y tolerancia a través de estos meses.

PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA
CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA
TITULO: OBTENCIÓN DE BIOCARBÓN Y VALORIZACIÓN DE MATERIAL
ORGÁNICO A TRAVÉS DEL PROCESO
DE PIRÓLISIS

MARÍA CAMILA CORREA LAVERDE **AUTORES:**
RAÚL ANGULO ARGOTE

PROGRAMA: ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS
ENERGÉTICOS

DIRECTOR: CÉSAR YOBANY ACEVEDO ARENAS

RESUMEN

El avance del presente documento exhibe un estudio de pre-factibilidad económica sobre la construcción de un sistema para obtener biocarbón y valorizar el material orgánico que es llevado al relleno sanitario el Carrasco a través del proceso de pirolisis; buscando incursionar en un mercado potencialmente ascendente debido a la demanda actual de fertilizantes orgánicos en la región de influencia del proyecto. Se analiza el mercado actual con base en información estadística de agencias oficiales y se establecen proyecciones del mercado apoyados en variables que se interrelacionan para determinar la demanda, oferta y el precio; con el objeto de establecer la viabilidad de la construcción de la planta pirolítica. El análisis reflejado en esta tesis hace referencia a las inversiones, estudio técnico y determinación de aspectos administrativos, presentando proyecciones de los estados financieros que indican las mejores decisiones para el desarrollo de la propuesta de valorización de residuos.

PALABRAS CLAVES: Valorización de Residuos, Pirolisis, Biocarbón, Energía, Fertilizantes, Biomasa.

CONTENIDO

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
1. MARCO REFERENCIAL.....	
1.1. LOCALIZACIÓN.....	
2. MARCO LEGAL	
3. MARCO TEORICO	
3.1 ESTADO DEL ARTE	
3.2 BIOCARBÓN	
3.2.1 Servicios del Producto (Biocarbón).	
3.2.2 Historia del Biocarbón	
3.2.3 Origen e Intención de la Investigación del Biocarbón.	
3.3 OBTENCIÓN DEL BIOCARBÓN	
3.3.1 Características del Biocarbón	
3.4 PIRÓLISIS	
3.4.1 Pirólisis Lenta.....	
3.4.2 Pirólisis Rápida	
3.4.3 Pirólisis ultrarrápida	
3.4.4 Gasificación	
ESTUDIO DEL MERCADO	
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	
4.2 MERCADO OBJETIVO	
4.3 LA DEMANDA	
4.4 OFERTA O COMPETENCIA	
4.5 PROYECCIÓN DE LA OFERTA	

4.6	DEMANDA POTENCIAL INSATISFECHA	.....	PRECIO
.....			
4.8	PUBLICIDAD Y PROMOCIÓN	.....
4.	ESTUDIO TÉCNICO	.....
5.1	MÉTODO DE GENERACIÓN DE BIOCARBÓN	.....64	
5.2.	TAMAÑO DE LA PLANTA	.....
5.3	PLAN GENERAL FUNCIONAL	.....
5.3.1	Disposición de la Materia Prima	.....
5.3.2	Recolección y Transporte	.....
5.3.3	Acopio de la Materia Prima		
5.3.4	Distribución de la Planta	.....
5.3.7.2	Productos Obtenidos	.....
6.	ESTUDIO FINANCIERO	.....
6.1	INVERSIONES	.....
6.2	6.3 PRECIO DE VENTA		
6.3	6.5 ESTADOS FINANCIEROS	.....
7.	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO		
7.1	EVALUACIÓN FINANCIERO	.....
8.	SENSIBILIDADES DEL PROYECTO DE INVERSIÓN		BIBLIOGRAFÍA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica Satelital de la Vía Bucaramanga – Rio Negro, Santander.....	15
2. MARCO LEGAL.	
FIGURA 2. Comparación de perfiles de terra preta (derecha) y suelos adyacentes (izquierda)	30
FIGURA 3. Desarrollo ideal de la estructura de biochar con diferentes temperaturas de pirolisis. (a) Incremento de la proporción aromática, (b) más amorfa ligeramente desordenada, (c) estructura gráfica.	34
Figura 4. Ilustración-resumen del proceso de pirólisis de biomasa.	38
Figura 4. Canal de distribución 1	57
Figura 5. Canal de distribución 2	57
Figura 6. Diagrama de bloques del proceso de producción de Biocarbón	64
Figura 7. Proceso productivo de pirolisis (Sistema Integrado), BESTON GROUP	65
Figura 8. Registro de la disponibilidad de “Materia Prima”	66
Residuos Recibidos en el Carrasco – Julio de 2003.	66
Figura 9. Registro de la disponibilidad de “Materia Prima”	67
Residuos Recibidos en el Carrasco – Julio de 2004.	67
Figura 10. Modelo de Vehiculos Transportadores de Residuos.	68
Figura 11. Chevrolet Kodiak 157” Modelo 2006.	68
Figura 12. Montaje del Sistema Integrado de Pirolisis	70
Figura 13. Estructura de la Banda Transportadora.	71
Figura 14. GXP Serise Efficient Hammer Mill.....	73
Figura 15. Flujo del Sistema Integrado de Pirolisis Modelo WJ8 de Beston Group	75
Figura 16. Sistema Integrado de Pirolisis BESTON GROUP	76
Figura 17. VPN Vs TIR.....	103
Figura 18. Flujo Neto De Caja Acumulado Con Financiación	105
Figura 19. Flujo Neto De Caja Acumulado Sin Financiación	105

Figura 20. Periodo de Recuperación Sin Financiación	106
Figura 21. Periodo de recuperación Financiación	107
Figura 22. Sensibilidad a la Inversión	109
Figura 23. Sensibilidad al porcentaje en ventas	110

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Marco Legislativo Aplicable al Proyecto	16
Tabla 2. Tipos de Pirólisis y Transformación de la Materia Prima Inicial en Subproductos Pirolíticos.	42
Tabla 3. Ficha Técnica de la Investigación	49
Tabla 4. Demanda de Bucaramanga y su Área Metropolitana	50
Tabla 5. Demanda de Los Santos Santander.....	50
Tabla 6. Demanda Proyectada en Toneladas de Biocarbon en las zonas mencionadas.	51
Tabla 7. Aspectos importantes de la competencia de Biocarbón	52
Tabla 8. Oferta de Biocarbón y su capacidad instalada Toneladas/año.	54
Tabla 9. Proyección de la oferta de Biocarbón Toneladas/año	55
Tabla 10. Potencial Demanda Insatisfecha en Toneladas de Biocarbón/año	56
Tabla 11. Precios de la competencia por saco de 50 Kg de Biocarbón	58
Tabla 12. Selección de Medios	60
Tabla 17. Terreno	81
Tabla 18. Construcciones y Adecuaciones	81
Tabla 19. Maquinaria y Equipos	82
Tabla 20. Muebles y Enseres	82
Tabla 21. Equipo de Oficina	83
Tabla 22. Equipo de Computación	83
Tabla 23. Vehículos	84
Tabla 24. Inversión Fija	84
Tabla 25. Gastos de Constitución	85
Tabla 26. Capacitación	85

Tabla 27. Depreciación Activos Fijos	87
Tabla 29. Mano de Obra Directa	88
Tabla 30. Nómina de un Mes de Trabajo en Horario Normal	90
Tabla 31. Materiales Indirectos de Fabricación del Biocarbón	91
Tabla 32. Materiales de Seguridad	91
Tabla 33. Servicios Básicos (Precio kw/h 374,37)	92
Tabla 34. Nómina de Producción	92
Tabla 35. Sueldos y Salarios Administrativos	93
Tabla 36. Sueldos y Salarios de Ventas.	93
Tabla 37. Nómina de un mes de trabajo en horario normal (Administrativa)	94
Tabla 38. Nómina de un mes de trabajo en horario normal (Ventas)	94
Tabla 39. Útiles de Oficina	95
Tabla 40. Plan de Financiamiento	95
Tabla 41. Liquidación del Crédito	96
Tabla 42. Precio de Venta del Biocarbón saco de 50Kg	99
Tabla 43. Inflación Promediada de los Últimos Tres Años.....	100
Tabla 42. Registro de Inflación los últimos diez Años.	
Tabla 44. Balance Situación Inicial	101
Tabla 45. Criterios de Rentabilidad del VAN	102
Tabla 46. Valor Actual Neto	103
Tabla 48. Sensibilidad a la inversión	108
Tabla 49. Sensibilidad al porcentaje de ventas	110
Sensibilidad a la inversión (Costo del “Sistema Pirolítico).....	110

INTRODUCCIÓN

La degradación y la reducción de la fertilidad de los suelos son desafíos que se presentan en todas las regiones de clima cálido y húmedo, como ocurre en el Departamento de Santander. Estos problemas se deben a la rápida mineralización y a la presencia de minerales resultantes de procesos de intemperismo avanzado hace que se presente una baja capacidad de retención de nutrientes contra la lixiviación.

En las zona aledañas al área metropolitana de Bucaramanga (Los Santos), se desarrollan prácticas de agricultura biológica y la adición de residuos de cosecha, lo que ha sido útil en el mantenimiento de niveles de materia orgánica; proporcionando sitios de intercambio para la retención de nutrientes [1], pero grandes cantidades de estos materiales orgánicos deben aplicarse frecuentemente para compensar su rápida mineralización.

Aunque el municipio ha implementado técnicas de aprovechamiento de residuos sólidos, como pilas de abono orgánico, que transforman los desechos en productos aptos para el manejo de suelos; y conociendo la demanda existente para este mercado, se plantea la construcción de una planta de pirolisis con el propósito de industrializar este método de aprovechamiento de basuras.

El carbón producido a partir de biomasa, o biocarbón, es una promisorio enmienda de suelos que combina la durabilidad química con un área superficial y una capacidad de intercambio iónico. Numerosos estudios en campo y en invernadero, han demostrado que las aplicaciones de biocarbón aumentan los rendimientos en muchos cultivos y mejoran la disponibilidad de nutrientes en suelos pobres [2].

En el desarrollo del estudio de prefactibilidad para crear biocarbón a partir de los residuos generados en el área metropolitana de Bucaramanga se parte de una

problemática; presentada como una oportunidad de mercado interesante dado el interés, por mejorar la calidad e inocuidad de los productos para el consumo y es así como a través de la investigación se identifican diferentes aspectos que determinan la viabilidad del proyecto y se presentan variables de tipo económico que lo hacen atractivo en términos financieros.

1. MARCO REFERENCIAL

A continuación se indica la ubicación del proyecto, teniendo en cuenta lo establecido en el Esquema de Ordenamiento Territorial sobre los usos del suelo y apoyados en los registros de desarrollo de prácticas de agricultura biológica. La iniciativa planteada para la provisión de servicios agropecuarios, ambientales y comerciales, nace a través de la poca brecha de mercado existe, que señala las necesidades insatisfechas en materia de aprovechamiento óptimo de recursos.

1.1. LOCALIZACIÓN

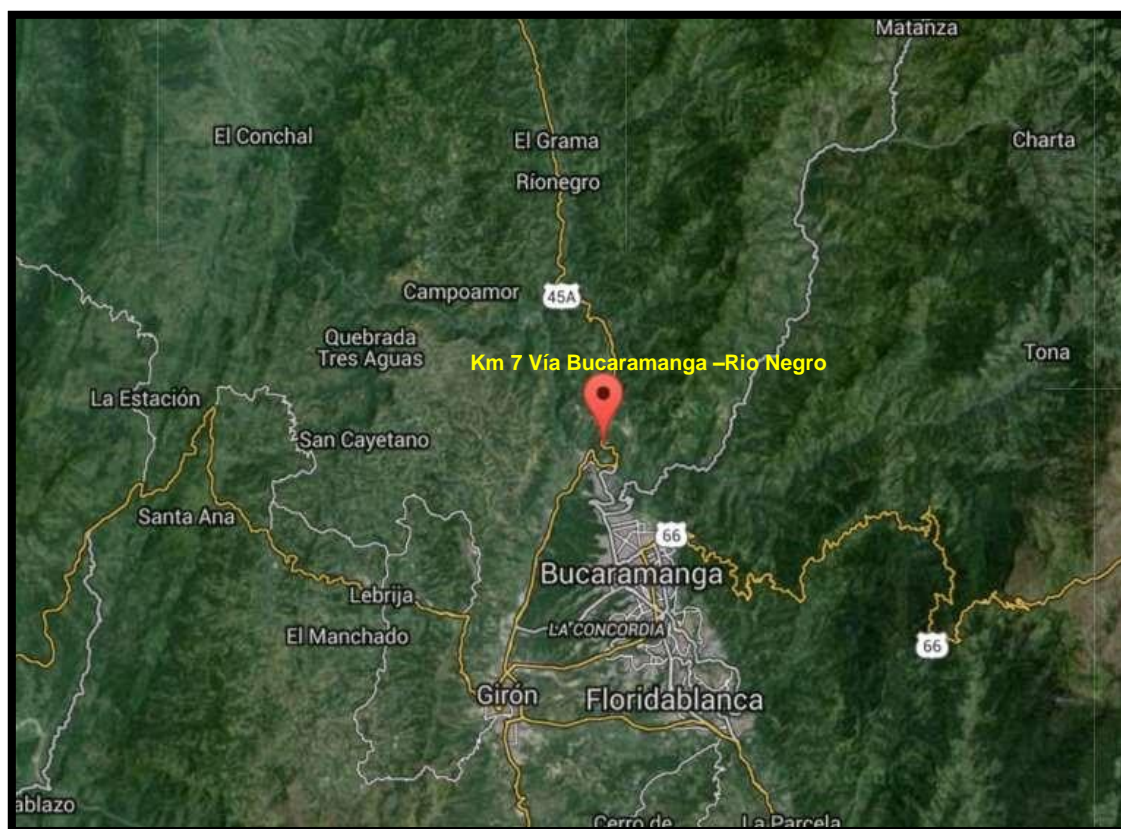
La construcción de la planta se proyecta en la vía que comunica la ciudad de Bucaramanga con el municipio de Rio Negro Departamento de Santander; a la altura del Km 7 según sea posible la negociación del terreno, varios metros abajo de la meseta.

Limita con la comuna 1 que comprende los barrios El Rosal, Colorados, Café Madrid, Las Hamacas, Altos del Kennedy, Kennedy, Balcones del Kennedy, Las Olas, Villa Rosa (sectores I, II y III), Omagá (sectores I y II), Minuto de Dios, Tejar Norte (sectores I y II), Miramar, Miradores del Kennedy, El Pablón (Villa Lina, La Torre, Villa Patricia, Sector Don Juan, Pablón Alto y Bajo). Asentamientos; Barrio Nuevo, Divino Niño, 13 de Junio, Altos del Progreso, María Paz.

La localización fue definida por el potencial de demanda en el Departamento, asimismo por los costos del terreno, la disponibilidad en los servicios públicos básicos, la infraestructura vial existente y la distancia prudencial que existe hasta el área comercial de insumos agrícolas en el centro de la ciudad.

Además de la necesidad de disminuir los costos relacionados al transporte de la materia prima, en búsqueda de alcanzar las máximas ganancias.

Figura 1. Ubicación Geográfica Satelital de la Vía Bucaramanga – Rio Negro, Santander.



Fuente: Página Web Google Maps. Disponible en: <<https://maps.google.es/>>

2. MARCO LEGAL

A continuación se identifican las bases legales que promueven la ejecución del proyecto planteado, “La Construcción de un Sistema para la obtención de Biocarbon”.

Basadas en una investigación Normativa, que revela el interés del Estado Colombiano en desarrollar proyectos ambientalmente viables.

Tabla 1. Marco Legislativo Aplicable al Proyecto

Marco Legislativo			
Documento	Ente Emisor	Descripción	Aplicación
Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes. Enero de 2014	Ministerio del Medio Ambiente	Consolidar la producción nacional de bienes y servicios ambientales	Marco Nacional e Institucional de referencia para guiar las actividades de las distintas instituciones relacionadas con los Mercados Verdes. Tiene por su misma naturaleza que cumplir con la doble misión de ser dinámico y adaptable a los desarrollos de los mercados verdes internacionales, para responder a las necesidades del país y a las oportunidades de

			mercado
Principios y criterios sociales y ambientales del Programa ONUREDD. 26 de marzo de 2012	Organización de la Naciones Unidas.	Principio N°3	Principio N°3. Promover un medio de subsistencia sostenible.
Constitución Política Colombiana. Enero de 1991.	Congreso de la Republica de Colombia	Derechos Fundamentales Derechos colectivos y del Ambiente.	Art. 25. Derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas. Art. 78. La ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización. Art. 79. Todas las

			<p>personan tienen derecho a gozar de un ambiente sano.</p> <p>Art. 80. Manejo y aprovechamiento de los recursos naturales garantizando desarrollo sostenible.</p>
<p>Política Para la Gestión Integral De Residuos. Agosto de 1997.</p>	<p>MMA actualmente MAVDT</p>	<p>Gestión Integral de Residuos Sólidos.</p>	<p>La GIRS incluye etapas jerárquicamente definidas: Reducción en el origen, aprovechamiento y valorización de materiales orgánicos e inorgánicos, tratamiento y transformación para reducir volumen y disposición final controlada.</p>

DOCUMENTO CONPES 3530. 31 de agosto de 2008.	Consejo Nacional de Política Económica y Social	Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la GIRS	Diagnóstica la falta de esquemas organizados en Disposición final
---	---	---	---

Ley 99 del 22 de diciembre de 1993.	Congreso de la Republica de Colombia	Gestión de Residuos. Reordena el sector público encargado de la gestión, conservación del medio ambiente.	Con la creación de esta Ley, nace el Ministerio del Medio Ambiente, con el propósito de brindar soluciones especializadas a la problemática ambiental en Colombia y gracias a la creación de este Ministerio se han desarrollado nuevas Normas que han servido de instrumento en el momento de tratar los aspectos ambientales, que tengan la capacidad de causar una alteración en la calidad del ambiente, lo que facilita una mejor orientación, información y capacitación en el desarrollo de Planes de Gestión.
---	--	--	--

Ley 9 del 24 de enero de 1979	Congreso de la Republica de Colombia	Normas Generales para la protección del Medio Ambiente.	<p>Art. 1. Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la</p>
			<p>salud humana;</p> <p>Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.</p>

<p>Decreto 1713 del 6 de agosto de 2002</p>	<p>Ministerio de Desarrollo Económico</p>	<p>Reglamenta la Prestación del servicio de aseo en sus etapas de manejo</p>	<p>Capítulo VIII Disposición final</p> <p>Artículos 83 al 103 : Obligatoriedad de prever la disposición final, Métodos de disposición final de residuos en el suelo, Disposición final regionalizada, Presencia de recicladores, Características básicas de sitios para disposición final, Restricciones generales para ubicación de rellenos sanitarios, Selección de sitio, Parámetros básicos de diseño, Obras complementarias para</p>
---	---	--	---

			<p>rellenos sanitarios mecanizados, Obras complementarias para Rellenos Sanitarios Manuales, Manejo y monitoreo de gases, Manejo de lixiviados, Monitoreo de la calidad hídrica, Aspectos básicos para el programa de monitoreo de la calidad hídrica, Criterios operacionales, Reglamento de rellenos sanitarios, Clausura de rellenos sanitarios, Recuperación de sitios de disposición final, Uso futuro de los sitios de disposición final, Disposición de escombros, Responsabilidad de los impactos ocasionados por los sitios de los rellenos sanitarios.</p>
--	--	--	--

Decreto 838 del 23 de marzo de 2005	MMA actualmente MAVDT	Modifica el decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras	Lineamientos a tener en cuenta los municipios para las CONSIDERACIONES ambientales y técnicas de planeación,
		disposiciones	<p>Construcción y operación de rellenos sanitarios.</p> <p>Procedimientos, Criterios, Metodología, Prohibiciones y Restricciones para la localización de Áreas para la Disposición Final de Residuos Sólidos.</p>
Resolución 1096 del 11 de abril de 2000	Ministerio de Desarrollo Económico	Reglamento Interno del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS	Numeral F.6: rellenos sanitarios desde página 77 hasta la 103, aborda temas sobre características de los sitios para ubicación de rellenos sanitarios, estudios previos, parámetros de diseño, control ambiental, operación y ejecución de obras.

Resolución 1890 del 19 de noviembre de 2011	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Establece alternativas para la disposición final de los residuos solidos	Determina acciones y procedimientos, dirigidos a las entidades territoriales que han utilizado para disposición final de sus residuos, celdas transitorias, estableciendo la obligatoriedad de la
			obtención de la licencia ambiental para las mismas.
NTC ISO 14040 del 26 de septiembre del 2007	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación	Gestión Ambiental	Principios y marco referencial para el Análisis del ciclo de vida

Fuente: Autores del Proyecto.

3. MARCO TEORICO

Para la elaboración del estudio técnico del proyecto, se realiza una recopilación de información, a fin de generar un marco referencial sobre experiencias en la utilización del Biocarbón como un fertilizante orgánico.

A fin de describir las investigaciones más recientes, detallando de forma cualitativa los estudios de anteriores investigadores, para dar inicio al desarrollo una metodología de implementación y recomendación. Mostrado los buenos resultados, en la utilización de biofertilizantes en suelos afectados por la agricultura.

3.1 ESTADO DEL ARTE

El empleo de fertilizantes biológicos en Colombia ha crecido ostensiblemente en las últimas dos décadas. Tal utilización masiva surge como resultado de la amplia demanda de materia prima para los procesos productivos y abastecimiento de alimentos en el mundo. Los fertilizantes biológicos actúan como sustitutos de fertilizantes químicos tradicionales, brindan buenos rendimientos en las cosechas, favorecen el crecimiento de frutos sanos, resistentes al ataque de plagas y ofrecen facilidades para su aplicación [3]. Además, los nutrientes esenciales, contenidos en los fertilizantes biológicos, poseen características fisicoquímicas y biológicas apropiadas para el suelo, lo cual implica incrementos de productividad en el sector agrícola global. En el presente artículo, se hace una revisión de las principales técnicas de fertilización biológica utilizadas actualmente y se esboza su potencial para el desarrollo agrícola sostenible en el mundo.

Una de las alternativas más exploradas y promisorias en este campo, pues ha mostrado buenos resultados, es la utilización de biofertilizantes en suelos afectados por la agricultura [4]. Estos fertilizantes son insumos naturales como abonos, restos de materia orgánica en descomposición, excesos de cosechas que ayudan a

restablecer la composición y estructura de los suelos degradados mediando procesos como la regulación del pH, la incorporación de nutrientes necesarios para las plantas, retención de la humedad del suelo y mejoría de su textura. Así mismo, los microorganismos se han convertido en uno de los biofertilizantes más utilizados debido a que tienen la capacidad de transformar muchos compuestos químicos en compuestos disponibles para la plantas [5].

La adición de biocarbón al suelo puede tener varios propósitos, por ejemplo, la mitigación del cambio climático mediante la captación de C de la atmósfera [6], la mejora de la fertilidad del suelo mediante la mejora de la retención de agua y nutrientes, la mejora de la actividad microbiana y aumentar así la productividad de los cultivos [7], y el aumento de la superficie del suelo. Por otra parte, tres objetivos adicionales se puede lograr mediante el uso de aplicaciones de biochar para la gestión ambiental: mejora del suelo (degradación de contaminantes), de valorización de residuos (si la biomasa de residuos se utiliza para este propósito) y la producción de energía (si la energía se recupera del proceso de producción de biocarbón) [8].

En Colombia existe una gran controversia por el impacto dañino de los recursos naturales debido paulatinamente al crecimiento industrial en los últimos años. Esta preocupación hace parte de nuestra Constitución Política donde el Estado, al igual que todos los nacionales, está en la obligación de proteger y conservar los recursos naturales del país.

Los esfuerzos del Gobierno nacional han sido muchos en este aspecto, sin embargo, los desarrollos legislativos y aprobaciones de convenios internacionales en recursos como el agua y aire han sido mucho más fuertes que los que se han venido desarrollando para el suelo. En esa medida, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el proceso de establecer políticas claras en este aspecto, se encuentra en la implementación de nuevos planes de trabajo y la actualización normativa específica y técnica.

A nivel mundial se pueden encontrar diversas técnicas que se han desarrollado para la remediación de suelos, estos métodos usualmente se clasifican en dos tipos, “insitu” que corresponden a tratamientos en el mismo sitio donde se produjo la contaminación y “ex-situ” que corresponde a un traslado del suelo contaminado a otro lugar para su respectivo tratamiento. Los tratamientos de remediación también se clasifican de acuerdo al tipo de procedimiento a implementar de acuerdo a la clase de contaminación presente, estos pueden ser tratamiento de tipo químico, físico, biológico o térmico entre otros. Si las actividades de remediación no son bien seleccionadas, diseñadas e implementadas pueden causar una contaminación mayor a la existente, un aumento en los costos y repercutir en forma negativa en las políticas y lineamientos de una empresa. La mejor solución es el proceso de remediación que garantice la reducción de una contaminación de manera segura y eficaz, y que maximice, de manera general, los beneficios ambientales, sociales y económicos [9].

Muchos de los residuos orgánicos pueden permanecer en el suelo durante varios meses y el compost puede durar por años, no obstante, son susceptibles de pérdida debido al laboreo del suelo. La descomposición de residuos vegetales y animales en el suelo constituye un proceso biológico básico en el cual el carbono es reciclado a la atmósfera como CO_2 , el nitrógeno se torna disponible como amonio (NH_4) y nitrato (NO_3) y otros minerales como fósforo y azufre se presentan disponibles para las plantas, dentro del proceso conocido como ciclo del carbono [10].

Los resultados de varios estudios con el biocarbón utilizado como enmienda en suelos de Brasil, Tailandia, Japón y Colombia muestran incrementos entre 20% y 50% en el rendimiento de granos y hasta 280% en el rendimiento de biomasa verde. En el valle del Cauca es necesario recuperar la fertilidad de una porción importante de los suelos, para levantar plantaciones de caña productivas rentables [9]. Este proceso involucra el desarrollo de una serie de fases con varias alternativas posibles y una de ellas es el uso de biocarbón como enmienda y la aplicación de materia orgánica, lo cual resulta en mayor producción sostenible en el mediano y largo plazo y en menores costos

sociales y monetarios. El mejoramiento de la fertilidad del suelo no tiene límites y los suelos mismos bien manejados, como un recurso natural dinámico, persisten con la habilidad de crecer y expandirse por medio de la acción biológica y el crecimiento de las poblaciones balanceadas de micro y macroorganismos.

3.2 BIOCARBÓN

El biocarbón es un producto rico en carbono el cual se obtiene tras calentar diferentes tipos de biomasa tales como, madera y desechos orgánicos en un contenedor, con condiciones mínimas o prácticamente nulas de aire. En términos más teóricos, el biocarbón es un compuesto de color negro producido por medio de una descomposición térmica de materia orgánica con un bajo suministro de oxígeno y a una temperaturas no menores a 400°C; este proceso es comúnmente conocido como pirolisis, debido a que el objetivo de su uso es la base de la denominación de este producto; es un término que nació del estudio de la gestión del suelo, temas que trataban con el mejoramiento ambiental y de secuestro de carbono, por esto se nombra cuando la materia orgánica es empleada como sustrato para mejorar las propiedades del suelo, la productividad del cultivo, almacenamiento de carbono y la disponibilidad de nutrientes [11]. Este fin lo distingue del tradicional carbón vegetal (charcoal) usado desde siglos anteriores para la utilización como combustible, filtro, agente de coloración en la industria o arte; de esta forma, se destaca su origen biológico y resalta su definición para el uso como agregado en el suelo [12]. Entonces el biocarbón se podría definir como un compuesto de origen vegetal u orgánico, de propiedades físicas y químicas capaces brindar al suelo un medio factible y disponible para un mejor desarrollo del mismo.

3.2.1 Servicios del Producto (Biocarbón).

- Lixiviación reducida de nitrógeno en las aguas subterráneas.

- Posibles emisiones reducidas de óxido nitroso.
- Aumento de la capacidad de intercambio catiónico que resulta en la mejora de la fertilidad del suelo.
- Moderación de la acidez del suelo.
- El aumento de la retención de agua.
- Aumento del número de microbios beneficiosos del suelo
- Puede mejorar las condiciones de áreas con baja precipitación o suelos pobres en nutrientes.
- Ayuda a reducir la presencia de GEI.
- Aumenta el nivel de disponibilidad de Ca, Mg, P y K.
- Aumenta la producción sostenible de alimentos.
- Mejora la calidad de las aguas subterráneas reduciendo la contaminación por el arrastre de nutrientes.

Información tomada de la página web de Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO).

3.2.2 Historia del Biocarbón

Principalmente tuvo su origen como descubrimiento en las tierras negras de los indios amazónicos, conocidas como Terra Preta en Brasil descritas por Smith en 1879 y Hartt en 1885, ellos hablaron la existencia de suelos oscuros y fértiles en la Amazonia brasileña, pero no pudieron precisar su origen; sin embargo se comenta que el comienzo de la producción de corresponden aproximadamente a los últimos tiempos del período pre colombino en la Amazonia [13]. Se establecieron distintas teorías, pero actualmente se reconoce que estos son suelos son producto de las actividades del hombre al habitar el lugar, para mejorar los suelos, se dice que las altas concentraciones de carbón encontrado en Terra Preta provinieron principalmente del carbón de cocina y restos de incendios y de asentamientos que no son combustibles [14]. Las ideas acerca del origen de estas tierras negras también incluyen quema de

los sitios, ya sea por incendios fortuitos en el área o los intencionales, realizados para derribar bosques con el fin de usarlos como tierras de cultivo y para eliminar la maleza, sin embargo, hoy es ampliamente aceptado que fueron no solamente usadas por los pobladores locales recientes, sino que también son un producto de la gestión indígena del suelo que se basaba en llevar al suelo todo aquello que del él provenía, ya que auto sustentaba características que perdía el suelo durante el tiempo, como lo propuso Gorou 1949, estudios posteriores (Sombroek, 1966; Smith, 1980) confirmaron estas propuestas (Woods, 2004). También se comentó que antes se pensaba que sólo pertenecían a la Amazonia, pero aseguró que recientemente estos suelos hacían parte de México y África; así mismo fueron hallados en Estados Unidos de América con evidencias de su existencia desde hace más de diez mil años, siendo producidos por incendios como se mencionó anteriormente, en Australia , Alemania y Japón también se han encontrado suelos con alto contenido de carbón [15]. El estudio de esos suelos con alto contenido de carbón llevó a concluir que presentaban excelentes propiedades, entre las que podemos mencionar su elevado contenido de materia orgánica y carbono residente, una elevada disponibilidad nutrimental y altos contenidos de humedad, mayor capacidad de intercambio catiónico y mayor actividad microbiológica [6].

En revisiones bibliográficas ya establecidas en trabajos anteriores a este se ha encontrado que investigadores como Retan (1915), Morley (1927), Tyron (1948), han estudiado el uso de carbón en la gestión del suelo, entre otros, incluso Liebig (1878), describió una práctica de China en la cual este producto era mezclado con suelo e inmediatamente incendiada durante varios días hasta lograr obtener una tierra negra, según decían era la que atribuía fortaleza a las plantas, pero no fue sino hasta 1966 que el científico holandés Wim Sombroek en su publicación “Suelos de la Amazonia” prestó atención a estos suelos y tiempo después promovió la idea de desarrollar nuevas tierras negras como almacenes de carbono para cultivos intensivos que él llamó tierra negra nueva [11]. Es por esto que nació la gran idea de usar una tecnología semejante para que el carbón de la quema de desechos vegetales fuese enterrado en

el suelo, como una forma de capturar el exceso de carbono atmosférico y contribuir con efecto del cambio climático. Por ello, en un intento de imitar o recrear este tipo de suelos con altos contenidos de carbón con tan buenas características y alta productividad, se originó el interés particular para estudiar las características del biocarbón [17].

FIGURA 2. Comparación de perfiles de terra preta (derecha) y suelos adyacentes (izquierda)



Fuente: web de la International Biochar Initiative (IBI)

3.2.3 Origen e Intención de la Investigación del Biocarbón

La investigación y desarrollo del biocarbón a nivel mundial es reciente y en ciertas regiones ya ha sido objeto de investigación científica; por ejemplo, Trimble 1851 observo “evidencias en casi todas las granjas del condado en el que vivió, mencionando efectos generales por aumento y velocidad de crecimiento de los cultivos debido al polvo de carbón vegetal”, así mismo se llevaron a cabo investigaciones enfocadas en los efectos del biocarbón para crecimiento de plántulas como el hecho por Retan en 1915 y la química del suelo por Tryon en 1948

contribuyendo con información científica y corroborando las características anteriormente dichas. Más tarde en Japón, se incrementó la investigación sobre biocarbón significativamente al principio de la década de 1980 [18].

El biocarbón se ha impuesto, por algún tiempo, en varios contextos por ejemplo, como sustrato para macetas, ya que en 1927, Morley escribió en el primer capítulo de “The National Greenkeeper” donde expresa que “el carbón vegetal actúa como una esponja en el suelo, absorbiendo y reteniendo el agua, gases y soluciones”, más tarde en 1929 este mismo autor dice que “como purificador del suelo y absorbente de humedad, el biocarbón no tiene comparación”. Años más tarde en 1878 Justus Liebig describió la práctica en China de incendiar residuos de biomasa durante días, hasta que se producía una tierra negra, la cual aportaba un aumento de vigorosidad a las plantas como se menciona anteriormente, a pesar de estos escritos que datan de mucho tiempo atrás, el interés general por el biocarbón comenzó hace no muchos años [18].

Debido a los antecedentes del biocarbón se destaca el propósito investigativo del mismo, para ello tiene de dos razones, primero, el descubrimiento en que las sustancias del tipo biocarbón son una explicación de la presencia de gran cantidad de carbono y fertilidad en las tierras negras localizadas en la Amazonia, llamadas terra preta de indio [14]. Justificado o no, el biocarbón se ha relacionado desde entonces frecuentemente con las mejoras del suelo llevadas a cabo por los antiguos Amerindios, antes de la llegada de los Europeos, y el desarrollo de civilizaciones complejas en la región Amazónica [19]. Esta idea se ha difundido por lo atractivo del redescubrimiento del conocimiento de los indígenas, así, que investigaciones fundamentales sobre la terra preta han dado información básica importante sobre el funcionamiento del suelo en general, y sobre los efectos del biocarbón [11]. Segundo, en los últimos cinco años, se han encontrado pruebas que señalan al biocarbón no solamente más estable que cualquier otro suelo con diferentes sustancias o productos que incrementan la disponibilidad de nutrientes por encima de los niveles de uso de fertilizantes, sino que además estas propiedades básicas para la estabilidad y capacidad de retención de

nutrientes son fundamentalmente importantes para la vitalidad del suelo. Esto significa que el biocarbón no es solamente otro tipo de compuesto o abono que mejora las propiedades del suelo, sino que es mucho más eficiente que cualquier otro producto, estas razones han ayudado como argumentos convincentes para que el biocarbón sea una herramienta importante para la gestión ambiental, dando razones para que las investigaciones sobre el biocarbón, que hasta hace relativamente poco eran regionales y aisladas, se lleven a un nuevo nivel [20].

3.3 OBTENCIÓN DEL BIOCARBÓN

Existen diversos procesos para la obtención del biocarbón, principalmente se consideran las tecnologías termoquímicas que son las adecuadas para la transformación de biomasa [21], dichas tecnologías son conocidas a nivel mundial como combustión, pirólisis y la gasificación de la biomasa, siendo estas las que hacen posible obtener tres productos resultantes de estos procesos: gas de síntesis (syngas), bioaceite y un residuo sólido rico en carbono, denominado como biocarbón en este caso, siendo este de nuestro mayor interés [22], como se mencionó en su definición este se da por combustión incompleta o parcialmente anaeróbica por la pirólisis de cualquier tipo de biomasa natural; este tipo de combustión parcial ha sido utilizado de manera tradicional en España y otros países pioneros como lo es Australia para la obtención de cenizas, biomasa carbonizada y carbón vegetal que se utilizaban como abono de cultivos y fuente de energía, actualmente la industria destinada a la producción de syngas y biocombustibles, las cuales utilizan como materia prima biomasa de origen natural son las principales productoras de biocarbón y anteriormente desechaban este debido a que el fin de la producción eran compuestos como el syngas o bioaceite, pero atendiendo a lo visto en los anteriores antecedentes y debido a la actual investigación científica, la salida de este material ha sido totalmente distinta [23]. A continuación se describe el proceso de obtención del biocarbón y los diferentes tipos de ellos.

3.3.1 Características del Biocarbón

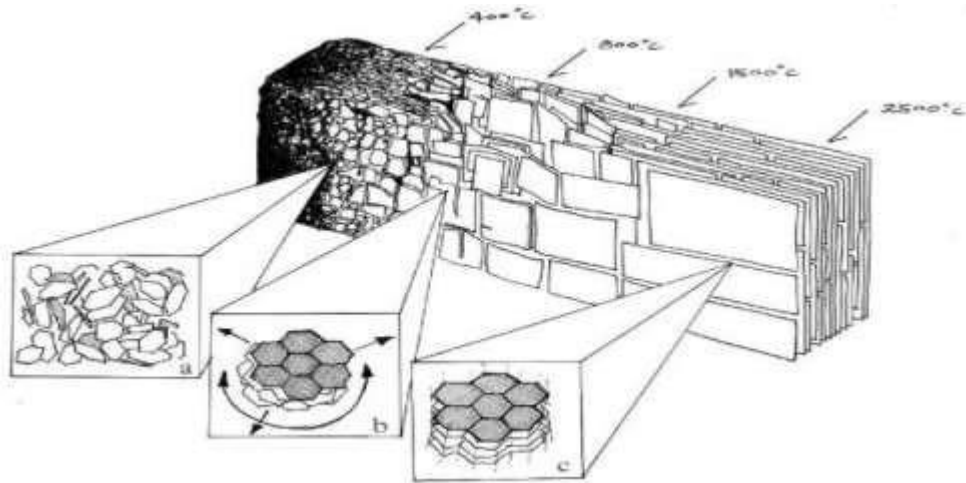
En este apartado se hablara de las principales características del biocarbón resaltando sus propiedades físicas y químicas, empezando por aclarar su composición.

3.3.2 Composición

Es muy difícil determinar la composición y aún más difícil encontrarla bibliográficamente, debido a que, para la obtención de este bioproducto hay una gran variedad de biomasa y procesos de carbonización o también conocidos como pirolisis, es por eso que la propiedad que define la composición del biocarbón es su parte orgánica, debido a un alto contenido de carbono el cual forma compuestos aromáticos que se caracterizan por tener anillos enlazados con seis átomos de carbono unidos entre ellos sin Oxígeno o hidrógeno, que son de otro modo, los átomos más abundantes en la materia orgánica viva; si estos anillos aromáticos se organizaran en láminas perfectamente apiladas, formarían grafito, pero bajo las

temperaturas a las que se obtiene biocarbón, el grafito no se forma en cantidades significativas; en vez de eso, el carbono se organiza de un modo más irregular, conteniendo oxígeno e hidrogeno y en algunos casos minerales los cuales contienen cenizas incrustadas en los poros, claro está dependiendo de la materia prima empleada; a continuación en la figura 3 se exponen la fonación física del biocarbón a partir de 400°C, temperatura perfecta para la formación biocarbón y la interacción con el suelo, debido a sus espacio generados en la formación del carbón; pasado a temperaturas más altas se ve claramente la estructuración aromática perfectamente apilada hasta obtener un último producto denominado grafito [18].

FIGURA 3. Desarrollo ideal de la estructura de biochar con diferentes temperaturas de pirolisis. (a) Incremento de la proporción aromática, (b) más amorfa ligeramente desordenada, (c) estructura gráfita.



Fuente: Biochar for Environmental Management.

3.3.3 Propiedades Físicas del Biocarbón

Investigando las propiedades físicas, encontramos que el biocarbón es un sólido carbonoso, de color negro, con una superficie intrincada, desordenada de características estructurales que varían por el tipo y tiempo de la pirólisis, aunque en general este es amorfo como se puede observar en la figura 3 y según estudios de microscopía electrónica de barrido realizados por [24]. Posee una alta porosidad, por lo cual lo han comparado con un “arrecife subterráneo” ya que puede ser hábitat para microorganismos, con micro, meso y macroporos, cuyos tamaños menores a 2 nm, de 2 a 50 nm y mayores a 50 nm, respectivamente [25]; estos macroporos provienen de los espacios propios de la materia prima original, mientras que los microporos son obtenidos gracias al proceso de pirólisis, de manera que al aumentar la temperatura aumenta la microporosidad, de igual forma los microporos están asociados a la adsorción de gases, de compuestos líquidos y sólidos [26], mientras que los macroporos permiten el transporte rápido de adsorbatos en el interior, para su posterior distribución en el volumen de microporos, ayudando al transporte de moléculas que se pueden encontrar en el área superficial del suelo [27] Sin embargo,

debe considerarse que el biocarbón experimenta cambios físico y estructurales durante los procesos de “envejecimiento”, es decir, con el tiempo [28].

Por otra parte sus características físicas pueden ser relacionadas directa e indirectamente al modo en el que afectan al suelo, ya que cada uno de los suelos existentes tiene diferentes propiedades físicas y dependen de su naturaleza mineral y su materia orgánica [18]. Cuando el biocarbón está presente en la mezcla del suelo, su contribución a la naturaleza física puede ser significativa, influenciando la profundidad, textura, estructura, porosidad y consistencia

cambiando el volumen del área superficial, distribución del tamaño de los poros, distribución del tamaño de las partículas, densidad y la aglomeración; entonces, se podría decir que la presencia del biocarbón afectaría directamente las siguientes características físicas del suelo como lo son la respuesta del suelo al agua, permeabilidad y su capacidad de retener cationes y su respuesta a cambios de temperatura ambientales, más, indirectamente, muchos aspectos físicos y químicos de la fertilidad del suelo pueden ser interferidas por propiedades físicas, tales como la presentación física un entorno favorable para las reacciones químicas y las disposiciones de protección de los hábitats de los microorganismos del suelo [18], a continuación describimos las principales características físicas del biocarbón al ser agregado al suelo como lo es el aumento del área superior del suelo debido al área superficial del biocarbón, Nanoporosidad y Macroporosidad :

3.3.4 Área Superficial del Biocarbón en el Suelo

El área superficial del suelo con biocarbón se convierte en una característica muy importante, porque, esta influye en todas las funciones esenciales para la fertilidad de la planta incluyendo el agua, aire, nutrientes y actividad microbiana, ya que por ejemplo los suelos con una gran cantidad de arcillas pueden tener una gran capacidad total de retención de agua, pero una aireación inadecuada [18], por tanto se ha

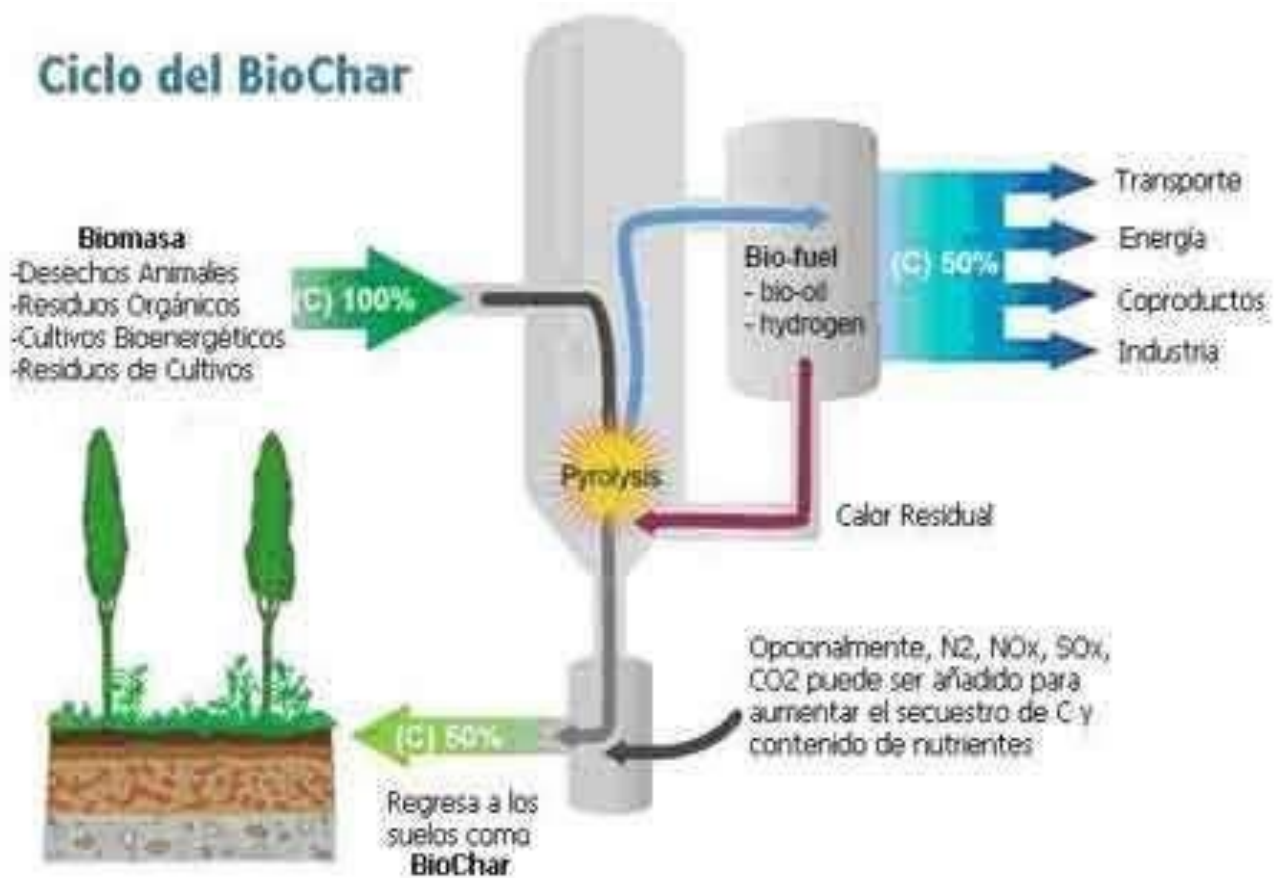
demostrado que un alto contenido de materia orgánica que en este caso podía ser el biocarbón puede ayudar a superar el problema de retener demasiada agua en suelos arcillosos, y de la falta de retención para el caso de suelos arenosos [29], gracias estos estudios se puede decir que el área superficial de suelo es distinta cuando este producto está presente, ya que el biocarbón tiene la capacidad de incorporar su naturaleza física superficial, que en este caso, aumentar las áreas de la superficie del suelo para que con esto se da un mejor desarrollo de las funciones esenciales del suelo, de igual forma esto se ha verificado con trabajos en los cuales se ha adoptado este producto para muchas enmiendas orgánicas y en este aspecto se ha visto un mejoramiento de las condiciones vegetales, deduciendo que el aumento de la disponibilidad de sustancias indispensables para el suelo como los son los nutrientes, el agua, aireación entre otros se encuentran en mayor proporción en las superficies del suelo respecto a los seguimientos investigativos de la comparación de cultivos [30]. Por otro lado, la superficie específica del biocarbón, es mucho mayor que en comparación con la arena y superior a las arcillas, por consiguiente esto causa un incremento en la superficie específica del suelo cuando este fuese añadido; esto responde generalmente al incremento del área superficial dada por las dos siguientes características físicas de biocarbón como son la Nanoporosidad y Macroporosidad ya que están relacionadas experimentalmente con la mejora de la estructura y aireación en suelos [29].

3.4 PIRÓLISIS

Laird y colaboradores en el 2009, definen la pirólisis como un proceso termoquímico que puede ser usado para transformar biomasa de baja densidad energética y otros materiales orgánicos a líquidos de alta densidad energética conocido como bioaceite, sólidos de igual densidad energética como el biocarbón, además de un gas con baja densidad energética, nombrado como syngas. Fundamentalmente la pirólisis involucra el calentamiento de materiales orgánicos a temperaturas superiores a 400°C en

ausencia de oxígeno, a estas temperaturas, los materiales que se utilizan como sustrato se descomponen térmicamente debido al calentamiento, liberando una fase de vapores que se producen al exponer el sustrato a estas temperaturas; estos vapores producidos por la descomposición del sustrato en la pirólisis son enfriados y recirculados dando paso a una condensación de compuestos líquidos polares con alto peso molecular conocido como bioaceite, de igual manera mientras esto ocurre los compuestos volátiles de bajo peso molecular como el syngas permanecen en la fase gaseosa al igual que pequeñas cantidades de hidrógeno que junto con los anteriores son usados tanto para el mismo circuito de la pirólisis como para el aprovechamiento de industrias según sea la disposición que se le quiera dar ; por último y como resultado de interés se obtiene una fase sólida residual que es el biocarbón el cual en su interior contiene grandes cantidades de carbono y otros elementos propios del sustrato, los cuales van a ser utilizados en el sustrato como agregado para mejorar las condiciones de los suelos. Estas transformaciones físicas y químicas que ocurren durante la pirólisis son muy complejas ya que dependen tanto de la naturaleza de la biomasa como de las condiciones del reactor [26].

FIGURA 4. Ilustración-resumen del proceso de pirólisis de biomasa.



Fuente: farming ahead magazine, 2009.

Existen tres tipos de procesos pirolíticos industriales, a continuación se explica las principales técnicas de pirólisis y dos métodos nuevos para la obtención de subproductos que sin la gasificación y carbonización hidrotérmica.

3.4.1 Pirólisis Lenta

La pirólisis lenta, se basa en la combustión parcial de la biomasa por calentamiento uniforme y lento con un nivel de calentamiento aproximadamente $0,01^{\circ}C$ por segundo, a temperaturas entre 450° y $650^{\circ}C$, prácticamente sin oxígeno, capturando de forma simultánea los gases producidos durante el proceso para la obtención de

syngas, obteniendo una transformación de aproximadamente un 40% de la biomasa original en biocarbón. Para la producción de este tipo de biocarbón se establecen tiempos de residencia de horas a días; la reacción pirolítica es endotérmica, siendo la mayor parte de energía capturada en forma de syngas y condensados de bioaceite [22]. La energía extraída del proceso puede utilizarse para retroalimentar el mismo proceso o para el secado de la materia prima. También puede quemarse el syngas generado para producir calor o electricidad. Según los procesos pirolíticos este sería el proceso con el más alto rendimiento para la obtención de biocarbón.

3.4.2 Pirólisis Rápida

Se caracteriza por un calentamiento muy rápido de la materia prima lo cual conlleva a una mayor producción de bioaceite en comparación con la producción de biocarbón. Es por esto que a diferencia de la pirólisis lenta, el tiempo necesario para alcanzar el pico de temperatura del proceso endotérmico (tiempo de residencia) es de aproximadamente uno o dos segundos, en comparación a la pirólisis lenta. Esta técnica opera a temperaturas relativamente moderadas (450°C) mediante la introducción de pequeñas cantidades de biomasa en la cámara de pirólisis, extrayendo los gases de forma casi instantánea y condensándolos, para producir aproximadamente un 65% de líquidos biocombustibles, cuyo contenido de energía por unidad de volumen es casi la mitad que el del gasoil (diésel). Este biocombustible se considera ventajoso a diferencia de otros, derivados del petróleo, por sus nulas o bajas emisiones de óxidos de azufre y de nitrógeno en su combustión, la producción de biochar es de aproximadamente un 15% mucho menor al de la pirolisis lenta [31].

3.4.3 Pirólisis ultrarrápida

La pirólisis ultrarrápida se caracteriza porque las temperaturas a las que se lleva a cabo el proceso son moderadas (400-600°C) con niveles de calentamiento rápidos mayores a 2°C por segundo, así que por consiguiente los tiempos de residencia de los vapor son usualmente menores a 2 segundos por la rapidez del proceso. En este sistema se produce considerablemente menos gas, sin embargo, los productos aceitosos que se obtienen en este proceso pirolítico tiene un máximo de rendimiento que va entre el 75% y 80% como es reportado bibliográficamente [32].

3.4.4 Gasificación

Es el proceso por el cual una materia prima rica en carbono (carbón, petróleo o biomasa) es mayoritariamente convertida en un flujo de carbono orgánico e H₂ a altas temperaturas en un ambiente oxigenado controlado, a veces a altas presiones de entre 15-50 bares. Esta técnica es similar a la pirólisis, pero presenta dos diferencias respecto a ella: en primer lugar se somete la materia prima a temperaturas significativamente mayores que van de 800° a 1300°C en segundo, no hay ausencia de oxígeno sino un suministro pequeño y controlado de él; el principal producto en este proceso es el syngas que es obtenido por la mezcla de carbono orgánico e H₂, el cual puede ser usado para generación de electricidad u otros fines energéticos, e inclusive como se mencionó anteriormente para utilizar este en el mismo proceso pirolítico. En este proceso el residuo que se obtiene en forma de biocarbón suele ser muy bajo y a menudo contiene altos niveles de metales y minerales que pueden estar en altas concentraciones adoptando una apariencia similar a las cenizas. Por otro lado, tiene un elevado poder calorífico en comparación con el biocarbón procedente de las otras dos técnicas, por ello es utilizado para la producción de carbono activo. El proceso industrial de gasificación ha sido usado en todo el mundo durante más de cincuenta años, principalmente en los sectores como refinerías de crudos, fertilizantes y otras industrias químicas, de igual forma en la industria de generación eléctrica desde hace más de treinta y cinco años [22].

3.4.5 Carbonización hidrotérmica

Este proceso se realiza mediante el calentamiento de materiales con gran contenido de agua, como lodos residuales, pulpa de café, estiércoles, algas, entre otros; aunque la temperatura de este sistema es alta no deben llegar a su punto de ebullición para poder obtener un mejor producto desecado; gracias a este proceso ha sido posible carbonizar materiales sólidos con lignina, celulosa y polisacáridos disueltos en agua, con la obtención de productos carbonosos nanoestructurados [33]. Asimismo, se pueden producir biocarbones a temperaturas bajas más o menos a 200°C y tiempos muy cortos no mayores a una hora [34], además como no es necesario secar los materiales para hacer el biocarbón, significa que hay un gran ahorro de energía y, por tanto, los costos de producción disminuyen. Sin embargo, no ha tenido gran desarrollo y sólo existen algunas plantas piloto.

Verheijen y colaboradores en el 2009 consideran que el proceso más adecuado para producir biocarbón como mejorador de suelos además de tener un fin de ayudar a mitigar el cambio climático es la pirólisis lenta, ya que las temperaturas que van de 400° a 500°C son esenciales optimizan el rendimiento de biocarbón y así maximiza la producción de biocarbón, siendo este el compuesto más estable de los productos finales de la pirolisis [35]. A continuación en la tabla 2 se comparan los tres tipos de pirolisis más importantes, allí se evidencian los valores de obtención de los tres tipos de productos de cada proceso y se puede concluir que los valores más importantes en cuanto a la producción de biocarbón se dan en la pirólisis lenta, esto es similar a lo anteriormente dicho por Verheijen y colaboradores en el 2009.

TABLA 2. Tipos de Pirólisis y Transformación de la Materia Prima Inicial en Subproductos Pirolíticos.

Proceso	T ° de pirolisis	Tiempo de	Liquido	Solido	Gas
---------	------------------	-----------	---------	--------	-----

		(residencia)	(bioaceite)	(biocarbón)	(syngas)
Pirolisis	Moderada				
rápida	~500°C	Corto <2s	75%	12%	13%
	Baja moderada				
Pirolisis	400°-650°C				
rápida		Largo	30%	35%	35%
	Elevada				
Gasificación	< 800°C	Largo	5%	10%	85%

3.4.6 Variables que Afectan la Pirólisis

Como todo proceso es importante saber que hay aspectos esenciales para la perfecta obtención de un producto, por tanto hay muchas variables que afectan el mecanismo y la cinética de las reacciones de pirólisis, estas variables, incluyen la composición del sustrato, el intervalo de calentamiento y la temperatura, ya que sin el control de ellas la formación del producto sería alterado, de allí radica la importancia del porque estos puntos anteriormente nombrados deben ser completamente comprendidos y apreciados; entre otras cosas, estas variables tendrían un efecto profundo en la secuencia y cinética de las reacciones y, por tanto, en el rendimiento de los productos formados. Al entender la influencia de estas variables en el proceso, las condiciones de pirólisis pueden ser anticipadas y controladas para reducir las reacciones secundarias no deseadas, como irregularidades en sus características químicas y físicas las cuales conllevan a tener comportamiento distinto a los deseados; de igual forma inciden en la estimulación para la formación de productos deseables bien sea syngas, bioaceite o biocarbón, ya que las cantidades de fracciones sólida, líquida y gaseosa del proceso no se llevarían a cabo completamente y cada producto no tendría las características necesarias para llevar a cabo su trabajo al ser aplicado, es por esto que las variables, como en cualquier otro proceso deben ser como mínimo conocidas

para lograr un proceso de calidad a la hora de probar el producto, a continuación se explican las tres variables a tener en cuenta en este proceso pirolítico [36].

3.4.7 Composición del sustrato

La biomasa que se puede emplear para la producción de biocarbón, está compuesta de materiales complejos y heterogéneos derivados de diferentes orígenes, su estructura y composición varía de acuerdo a las especies o el tipo de sustrato y dichos componentes son responsables de la variedad y complejidad de los productos formados durante la pirólisis [21], además, Krull y colaboradores en el 2010, encontraron que la mayoría de las propiedades agronómicas variarían de acuerdo a la materia prima utilizada, concordando con otros investigadores. Es importante resaltar que la heterogeneidad de la biomasa resulta el mayor obstáculo para su utilización del producto, debido a que se afecta el rendimiento del carbón y de los tipos de combustibles que son posibles productos de la pirólisis de biomasa [36].

Es muy necesario considerar que en la actualidad no sólo se usan los materiales que formaron la Terra Preta, que eran principalmente restos de árboles, malezas, huesos, agregado a estos también se utilizan restos de plantas cultivadas que han tenido un manejo agronómico diferente donde se han hecho aplicaciones de agroquímicos los cuales tienen restos metabolizados de estos en el interior del sustrato, también se tienen lodos residuales o camas avícolas que probablemente contienen concentraciones altas de herbicidas, pesticidas, fungicidas, metales pesados y antibióticos, que al igual que lo anteriormente nombrado pueden incidir y afectar el suelo, los cultivos y, finalmente, la salud humana [26]. Por ende antes de la producción es necesario analizar qué tipo de compuestos hacen parte de esta materia prima que se va a utilizar para no tener consecuencias al aplicar el producto, ya que la mayoría de investigadores recomiendan que es mejor la utilización de materia orgánica que haya tenido menos contacto con cualquier tipo de agregado químico para que el

rendimiento del producto sea mejor y analizando esto se puede concluir que se tendría una mejor utilización de sustrato no virgen para la obtención de otros tipos de productos obtenidos por pirólisis como los son syngas y bioaceite ya que en la mayoría de los trabajos el énfasis para la producción de biocarbón es material de tipo orgánico virgen.

3.4.8 Intervalo de calentamiento

Esta variable representa el aumento y duración de la temperatura que se desea para el proceso, si la duración del calentamiento y su intensidad no son controladas, al igual que como otra variable se vería afectada la pirólisis y por ende la composición de los productos resultantes, debido a que las reacciones ocurren en una amplia gama de temperaturas según el tipo de pirólisis empleado; por lo tanto, los productos formados al principio tienden a sufrir una transformación adicional, de manera que al ser más bajo ese intervalo de calentamiento aumenta la producción de biocarbón y al ser mayor, disminuye [37]. Este parámetro es importante porque modifica el posible fin del producto para la agricultura, y no existe un estudio establecido que asegure o diga cuál es la mejor materia prima en términos de uso de la tierra y producción de energía [38]. El nivel de calentamiento se da en función del tamaño de la materia prima utilizada ya que al mantener el intervalo de calentamiento la difusión térmica producida dentro de la partícula del sustrato disminuye directamente su tamaño; en pocas palabras lo que resulta de un intervalo de calentamiento es la reducción mínima del producto, por lo que los productos líquidos y gaseosos resultante de esta reacción son favorecidos por la pirólisis en altos tiempos de calentamiento y temperatura, debido a la deshidratación completa del producto, provocando que el rendimiento de productos volátiles como gases y líquidos se incremente con el aumento del nivel de calentamiento y los residuos sólidos disminuyen [38].

Temperatura: una de las tres variables más importantes en el proceso de pirólisis es la temperatura, ya que esta define el intervalo de calentamiento para cada sustrato

trabajado, lo que conlleva a que la transformación de los sustratos se lleven a cabo; es decir que el nivel de conversión de la biomasa disminuye con el incremento de temperatura como se mencionó en el apartado anterior, por tanto en un proceso con una baja temperatura el producto dominante sería carbón seguido por el de bioaceite y syngas debido a que la gasificación producida por la deshidratación de la materia prima incrementa directamente con la temperatura, entonces en conclusión este parámetro uno de los más importantes en el proceso para la conversión de la biomasa a biocarbón [38].

4. ESTUDIO DEL MERCADO

Se realizó un estudio de mercados a través de información secundaria que permita conocer la demanda, oferta, y formulación de estrategias de precios, distribución, publicidad y promoción, con el fin de evaluar si existen condiciones favorables para la construcción de un sistema de obtención de biocarbón y valorización de material orgánico a través del proceso de pirolisis en el Municipio de los Santos Santander.

Para determinar el mercado potencial y objetivo de tal forma que permita precisar los posibles consumidores, tomando como base fuentes secundarias, con el fin de definir el mercado principal al cual va dirigido el producto, la demanda de biocarbón en base al estudio propuesto, la oferta según las necesidades encontradas en el mercado y establecer datos de la competencia y realizar un análisis de precios de biocarbón de la competencia a nivel local, mediante un comparativo de los principales oferentes, con el fin de fijar estrategias de precios más adecuadas para salir al mercado de Santander.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El producto que se obtendrá y luego comercializará es el Biocarbón, logrado por medio de valorización de material orgánico a través del proceso de pirolisis. En concreto se hacen estos estudios para determinar la viabilidad de este producto y su uso como fertilizante agrícola de manera que mejore las propiedades del suelo incrementando la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas.

El producto llevara por nombre **BIOCHAR** en una presentación de 50 Kg de primera calidad, unidad que es homogénea para todo el mercado, el precio del producto es el que se logre determinar con este estudio

Las ventajas que se obtienen con el uso del Biocarbón producido con la creación de la nueva planta será:

- Determina la estabilidad del biocarbón en el suelo.
- Analiza los efectos del biocarbón sobre las características del suelo y la retención de nutrientes.
- Analiza los efectos del uso del biocarbón sobre el crecimiento de las plantas y su nutrición.
- Sirve como aditivo natural de producción agrícola reduciendo potencialmente la necesidad del uso de fertilizante (y es que la porosidad del biocarbón mejora la capacidad de retención de nutrientes de los suelos así como la retención de agua).

4.2 MERCADO OBJETIVO

La población objeto del estudio, está determinada por la demanda del producto, para nuestro caso puntual es todo el gremio agricultor, que participa activamente de la oferta de los fertilizantes, tanto químicos como orgánicos en la zona de la Mesa de los Santos, Bucaramanga y su Área Metropolitana.

El mercado objetivo para nuestro producto será:

- 1) Empresas del sector Agrícola.
- 2) Empresas del sector forestal.
- 3) Entidades públicas vinculadas al sector Agroalimentario o Medioambiental
- 4) Entidades implicadas en actividades relacionadas con la reducción de emisiones.

4.3 LA DEMANDA

En el mercado se encuentran algunos productos que dejan ver que la demanda es muy sensible al precio. Se dice que ellos tienen demanda elástica, los productos que al contrario son poco sensibles al precio son los de demanda inelástica aquí pueden producirse grandes variaciones en los precios sin que se varíe la cantidad demandada. El caso intermedio se llama elasticidad unitaria.¹

Esta investigación se apoyara en elementos estadísticos proporcionados por entidades estatales como el ICA y DANE; entre otras, en cuanto a la capacidad de hectáreas y utilización del suelo. La demanda de este mercado está enfocado en las explotaciones agrícolas de la zona de la Mesa de los Santos Santander, con aproximadamente 1100 Hectáreas de explotaciones y a empresas dedicadas a la comercialización de productos fertilizantes.

El uso de insumos agrícolas es muy limitado, ya que se reduce a la aplicación de fertilizantes mayores en pequeñas cantidades de acuerdo a la capacidad económica del productor, eventualmente se realiza aplicaciones de materia orgánica (gallinaza, pollinaza). Debido a las condiciones de baja humedad relativa, la incidencia de plagas

¹ PHILIP, Kotler. Dirección de Mercadotecnia, México, Editorial Prentice Hall, 8va Edición. 1996

y enfermedades es baja y las aplicaciones de agroquímicos es esporádica especialmente en las primeras etapas de periodo vegetativo de cultivo.

La mayor parte de este sistema es manejado por los propietarios de los predios directamente, las explotaciones se caracterizan por ser de tamaño inferior a una hectárea. La mano de obra es de tipo familiar e intercambiada, la preparación del suelo se realiza generalmente con tractor. La fertilización se realiza con elementos mayores (Triple 14) ajustado a las recomendaciones técnicas. Las plagas de mayor incidencia son los áfidos, pulguitas y mosca blanca, su control se realiza con productos químicos, lo que en muchas veces ocasiona un alto número de aplicaciones en diferentes dosis y mezclas. (Información tomada del Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de los Santos Santander).

Nuestra demanda está enfocada en las explotaciones agrícolas de Los SantosSantander y a empresas dedicadas a la comercialización de productos fertilizantes. Según Cámara de Comercio un promedio de un 15% del total de las empresas existentes en la zona de influencia del proyecto. Casi el 50% del suelo de Los Santos-Santander es de uso agrícola por lo que podemos esperar una gran demanda de nuestro producto.

Tabla 3. Ficha Técnica de la Investigación

Tipo de investigación	Exploratoria – Cualitativa.
Método de investigación	Método Deductivo: procede del conocimiento que se inicia por la observación de fenómenos de carácter general con el propósito de llegar a conclusiones y premisas de carácter particular contenidas explícitamente en la situación general.

Fuentes de información	<p>Las fuentes de información utilizadas en el desarrollo del proyecto, se realizó por medio de fuentes de información secundaria.</p> <p>CÁMARA DE COMERCIO permite conocer el número de clientes a los cuales van dirigidos nuestros productos, lo cual es de gran ayuda para encontrar el mercado objetivo que se muestra en este estudio de mercado.</p> <p>INTERNET permite aclarar e investigar los conceptos, información que se requiera para el estudio de mercados.</p>
-------------------------------	---

Fuente: Autores del Proyecto

4.3.1 Estimación de la demanda

Para estimar la demanda del estudio se consultaron fuentes como el DANE y la Cámara de Comercio, logrando la siguiente información acerca de Bucaramanga y su Área Metropolitana:

Tabla 4. Demanda de Bucaramanga y su Área Metropolitana

SECTOR	NUMERO DE EMPRESAS
Empresas del sector Agrícola	625
Empresas del sector forestal	330
Entidades públicas vinculadas al sector Agroalimentario o Medioambiental	112
Entidades implicadas en actividades relacionadas con la reducción de emisiones.	53
Total de empresas	1110

Fuente: DANE y Cámara de Comercio

Para estimar la demanda del estudio se consultaron fuentes como el DANE y la Cámara de Comercio, logrando la siguiente información acerca del municipio de Los Santos –Santander:

Tabla 5. Demanda de Los Santos Santander

SECTOR	NUMERO DE EMPRESAS
Empresas del sector Agrícola	96
Empresas del sector forestal	65
Entidades públicas vinculadas al sector Agroalimentario o Medioambiental	23
Entidades implicadas en actividades relacionadas con la reducción de emisiones.	5
Total de empresas	189

Fuente: DANE y Cámara de Comercio

El resultado que servirá para calcular la demanda Per-cápita se obtiene de la multiplicación del consumo anual de fertilizantes por la frecuencia, lo cual da como resultado la demanda parcial. La demanda parcial de fertilizantes según datos de la investigación es de 1247 empresas.

$$\text{Mercado Objetivo} = 1299 \times 0.9685 = 1247 \text{ empresas}$$

4.3.2 Proyección de la demanda

El valor del mercado real se multiplicará por (1 más la tasa de crecimiento poblacional de Bucaramanga y su Área metropolitana + Los Santos-Santander, es decir 1.5 % anual según cifras del DANE. Obteniendo así los siguientes valores:

Tabla 6. Demanda Proyectada en Toneladas de Biocarbon en las zonas mencionadas.

AÑOS	DEMANDA
2015	42.270
2016	42.910
2017	43.550
2018	44.200
2019	44.870

Fuente: Datos del ICA-DANE

4.4 OFERTA O COMPETENCIA

El análisis de la competencia se desarrolló por medio de fuentes secundarias. El mercado de comercio de Biocarbon es un mercado abierto, ya que las previsiones de los próximos años son que las ventas aumenten y haya una expansión del mercado a nivel nacional, partiendo de la creciente concienciación social ante el cambio climático.²

4.4.1 Análisis de la Situación actual de la competencia

Los distribuidores tiene muy poco inventario del producto, generalmente los clientes hacen los pedidos con anterioridad y así el distribuidor tiene tiempo de hacer el pedido al proveedor de confianza.

Tabla 7. Aspectos importantes de la competencia de Biocarbón

Empresa	Características	Datos de contacto
----------------	------------------------	--------------------------

² BACA U., Gabriel. Evaluación de Proyectos. Editorial McGraw Hill Interamericana S.A., Santafé de Bogotá, 1994.

<p>ABIMGRA LTDA. (ABONOS INTEGRALES MI GRANJA LTDA.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Distribuyen Biocarbón para purificación de agua y eliminación de olores. - Sus principales clientes son empresas del sector Agrícola y forestal. - Son productores de fertilizantes y acondicionadores inorgánicos y orgánicos. 	<p>Calle 22 # 10 – 37</p> <p>6421302 – 6427569</p>
<p>ABONOS AGROCOL LTDA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Son productores de fertilizantes orgánicos, orgánicos minerales y acondicionadores orgánicos de suelos tipo gallinaza. - Sus principales clientes son empresas del sector Agrícola y Entidades públicas vinculadas al sector Agroalimentario o Medioambiental. 	<p>Anillo Vial Vía Girón Km 5. 6398080</p>

<p>ABONOS BIORGANICOS PALMMIXTEX LTDA.</p>	<p>- Sus principales clientes son empresas del sector Agrícola y Entidades públicas vinculadas al sector Agroalimentario o Medioambiental.</p> <p>- Son Productores de acondicionadores orgánicos (líquidos y sólidos) por procesos de compostaje a partir de residuos y lodos de piscina de oxidación de plantas extractoras de aceite de palma africana y productor de fertilizantes orgánicos y fertilizantes orgánico minerales.</p>	<p>Calle 22 No. 11-61 Bucaramanga</p> <p>6713052 Cel. 3132513693</p>
--	--	--

Fuente: Investigación del sector

Tabla 8. Oferta de Biocarbón y su capacidad instalada Toneladas/año.

Nombre de la empresa	Capacidad Instalada
ABIMGRA LTDA.	22.150
ABONOS AGROCOL LTDA.	8.230
ABONOS BIORGANICOS PALMMIXTEX LTDA.	1.200
OTROS	6.250
TOTAL	37.830

Fuente: Trabajo de Investigación, datos de las empresas 2014

Otros competidores en Bucaramanga y su Área Metropolitana son:

AGROMUNDO LTDA.

Carrera 31 No 51-74 Bucaramanga Tel: 6717744

FERTISUELOS LTDA.

Cr22 31-37 L-4 Bucaramanga, Colombia Tel: (57) (7) 635999

ASEQUIMAGRO

Cr23 14-52 Bucaramanga, Tel: (57) (7) 6450745 www.asequimagro.com

DESPENSA AGRÍCOLA

Cr23 14-24 Bucaramanga, Colombia Tel: (57) (7) 6344923

SÚPER AGRO LTDA.

Cl 31 20-07 Bucaramanga, Colombia Tel: (57) (7) 6423555

LA CASONA DEL CAMPO LTDA.

Cl 8 11-30 Lebrija Bucaramanga, Colombia Tel: (57) (7) 6566138 **QUIMISANDER**

Cl 33 19-12 Bucaramanga, Colombia Tel: (57) (7) 6520399

COMERCIAL AGRARIA S.A.

Cl 23 17-24 Bucaramanga, Colombia Tel: (57) (7) 6303008

ABONAR

Cr11-56-77 Vía a Girón Km 7 Zona Industrial Bucaramanga, Tel: (57) (7) 6822350

4.5 PROYECCIÓN DE LA OFERTA

Para el cálculo de la proyección de la oferta se utilizará el mismo procedimiento que se utilizó en la proyección de la demanda es decir: Para proyectar la oferta futura, se busca el valor del año desconocido, en este caso el 2015, del cual se tiene información luego se multiplica este valor por la sumatoria de 1 más la tasa de crecimiento poblacional (1.5 % anual).

Tabla 9. Proyección de la oferta de Biocarbón Toneladas/año

AÑOS	OFERTA PROYECTADA
2015	37.830
2016	38.410
2017	38.980
2018	39.570
2019	40.160

Fuente: Investigación de Campo

4.6 DEMANDA POTENCIAL INSATISFECHA

Tabla 10. Potencial Demanda Insatisfecha en Toneladas de Biocarbón/año

AÑOS	OFERTA	DEMANDA	DEMANDA INSATISFECHA
2015	37.830	42.270	4.440
2016	38.410	42.910	4.500
2017	38.980	43.550	4.570
2018	39.570	44.200	4.630
2019	40.160	44.870	4.710

Fuente: Investigación de Campo

4.7 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

4.7.1 Estructura de los canales actuales

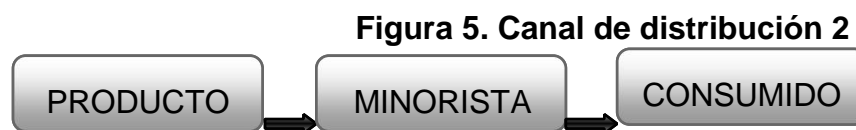
Los canales de distribución son fundamentales en el funcionamiento de las empresas de fertilizantes orgánicos, ya que se pueden producir productos con la mejor calidad y al mejor precio, pero si no existe el canal de distribución adecuado el producto no estaría en el sitio ni en el momento apropiado para ser adquirido por los consumidores. La distribución tiene como objeto hacer llegar los productos y servicios desde el productor hasta los consumidores finales es decir: “Aproximar la producción al consumo actuando como etapa intermedia entre los productores y consumidores”³

Actualmente para la distribución de Biocarbón y de fertilizantes orgánicos existen dos canales de distribución del siguiente modo:



Fuente: Investigación de campo

El segundo canal de distribución será para que el producto se comercialice y es el siguiente:



Fuente: Investigación de campo

³ AGUEDA, Esteban. Introducción al Marketing. Ed. Ariel .2002.p.139

Como canal de distribución se maneja la transferencia del producto, desde la planta de producción, luego es llevado donde el distribuidor, para ser entregado finalmente a las manos del consumidor.

Se maneja como publicidad; propaganda radial, impresos, pasacalles y muestras gratis.

Con el anterior esquema de distribución se busca asegurar las ventas del Biocarbón, ya que después de estar elaborado, pasa a las manos de un distribuidor, que entrega los productos al consumidor final (cliente).

También se surtirán de esta manera las empresas de abonos y fertilizantes orgánicos con una política de exhibición del producto en un área adecuada y accesible. Se buscará contar con un programa de altos volúmenes de venta para empresas agropecuarias y forestales que tengan como opción venderlos o transformarlos a la medida de sus necesidades.⁴

4.8 PRECIO

4.8.1 Análisis de precios de la competencia

La restricción que hay para el precio es básicamente el nivel de precios de la competencia. Se deben conocer la variedad de los precios de la competencia con respecto a los tipos de negociación y posicionamiento de mercado (precios altos, bajos, estandarizados), El precio puede variar según el flujo caja y de la satisfacción de los costos.

⁴ CORDOBA PADILLA, Marcial. Formulación y Evaluación de Proyectos. Ecoe Ediciones Ltda., Bogotá, D. C, 2008.

En la tabla 11 se ilustran los precios manejados por la competencia respecto a sus fertilizantes orgánicos, en presentación de saco de 50 kilogramos.

Tabla 11. Precios de la competencia por saco de 50 Kg de Biocarbón

NOMBRE DE LA EMPRESA	VALOR DEL SACO DE 50 KG
ABIMGRA LTDA.	\$12.750
ABONOS AGROCOL LTDA.	\$12.500
ABONOS BIORGANICOS PALMMIXTEX LTDA.	\$13.500
AGROMUNDO LTDA.	\$13.500
FERTISUELOS LTDA.	\$14.000

Fuente: Investigación realizada en algunas empresas del sector

De los precios que observamos en la tabla anterior, podemos deducir que FERTISUELOS LTDA. Es la empresa con los precios más altos, luego le sigue AGROMUNDO LTDA. Y en tercer lugar esta PALMMIXTEX LTDA.

La información sobre precios se obtuvo mediante visitas a las empresas que distribuyen insumos agrícolas en la ciudad de Bucaramanga obteniendo un promedio del número de ventas y de precios.

4.8.2 Estrategias de fijación de precios

La correcta aplicación del precio permitirá a la nueva planta ser competitiva durante los años de vida del proyecto. El precio de venta constante durante ese período seguirá la función matemática que se detalla a continuación, obteniendo un margen de contribución del 50% sobre el costo variable unitario de cada producto.⁵ Se utilizara la siguiente fórmula:

⁵ MORA ZAMBRANO, Armando. Matemáticas Financieras. Mc Graw Hill. Bogotá. 2da Edición. 2000.

Precio = Costo / (1 – %margen)

$$P = \frac{\$8.925}{(1 - 0,50)}$$

$$P = \frac{\$8.925}{50\%}$$

$$P = 17.850$$

4.9 PUBLICIDAD Y PROMOCIÓN

Radio

La radio permite transmitir información audible a cualquier hora es por esta razón que se contratará un paquete publicitario con la emisora “La Cariñosa”, que es la emisora que escuchan en la mayoría de fincas del departamento. Se realizaran 5 menciones y 5 cuñas de 40” presentación y despida.

Medios Impresos

Se dará a conocer al público del nuevo Biocarbón producido a través de Volantes informativos en las cuales se encuentre toda la información acerca del producto.

También se utilizará los anuncios publicitarios los cuales irán insertados en las páginas del Agro del periódico Vanguardia Liberal, esto se hará durante los primeros 3 meses desde que el producto sea lanzado al mercado y se realizará los días domingos, ya

que es el día de mayor circulación de este diario en Bucaramanga y su Área metropolitana.

Se realizarán Afiches a todo color los cuales serán colocados en las empresas de Abonos y fertilizantes.

4.9.3 Selección de medios

Tabla 12. Selección de Medios

MEDIO	DESCRIPCION	LUGAR DE APLICACIÓN
Prensa	Medio escrito informativo por excelencia. Tiene mucha credibilidad y permanencia del mensaje en los lectores.	PERIÓDICO VANGUARDIA LIBERAL, se maneja información publicitaria los fines de semana.
Radio	Medio auditivo que se caracteriza por la flexibilidad geográfica y horaria de su transmisión, recepción individual y cómoda, la complicidad con el oyente y la volatilidad del tiempo en la transmisión del mensaje.	Paquete publicitario con la emisora “La Cariñosa”, que es la emisora que escuchan en la mayoría de fincas del departamento. Se realizaran 5 menciones y 5 cuñas de 40” presentación y despida.
Promoción	Medio directo que se caracteriza por dar a conocer el producto directamente al consumidor final por medio de presentaciones.	Se entregaran presentaciones de dos Kilogramos de muestra gratis a empresas de abonos y fertilizantes para que conozcan el producto.

Publicidad Volante	Medio escrito informativo donde se presentan las características del producto, se puede entregar en cualquier lugar.	Se dará a conocer al a Finqueros y gente del sector agropecuario del nuevo Biocarbón producido a través de Volantes informativos en las cuales se encuentre toda la información acerca del producto.
-------------------------------	--	--

Fuente: Investigación del sector

5. ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO

A continuación se describe la ingeniería básica del sistema pirolítico evaluado, definiendo los equipos necesarios para llevar a cabo la producción de biocarbón considerando la capacidad instalada y las unidades de producción por unidades de tiempo.

“El tamaño de un proyecto es su capacidad de producción durante un período de tiempo de funcionamiento que se considera normal para las circunstancias y tipo de proyecto que se trata. El tamaño de un proyecto es una función de la capacidad de producción, del tiempo y de la operación en conjunto⁶”.

5.1 MÉTODO DE GENERACIÓN DE BIOCARBÓN

El método aplicado para la generación del producto es la “*pirólisis lenta*”; entendida como la conversión termoquímica de la biomasa en tres productos (ruta clásica): líquido (bioaceites), gas (biogás) y residuo carbonoso (biocarbón), por calentamiento de la biomasa, alrededor de los (450° y 650°C), en ausencia de aire.

Hay diferentes tipos de pirólisis en función de la velocidad de calentamiento y el tiempo de residencia de la biomasa en los reactores utilizaremos pirolisis lenta.

La pirólisis es un proceso termoquímico que convierte la materia orgánica en combustible útiles, con un alto rendimiento, mediante calentamiento a temperatura moderadamente alta (350-650°C) y en ausencia de oxígeno. Por su capacidad de tratamiento, es el método más eficaz para competir con las fuentes de combustibles no renovables⁷.

5.2. TAMAÑO DE LA PLANTA

Se establecen un área de 2 hectáreas, para localizar las construcciones de acopio de materia prima, instalación de equipos (2000 m²), almacenamiento del producto terminado y un área administrativa que cuente con una oficina de 9 m².

⁶ ARBOLEDA VELEZ, German, Proyectos, Formulación, Evaluación y control, Capitulo VI, Ed.5, Ed.AC Editores, 2001, Pag. 119

⁷ McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 2): conversión technologies. Bioresource Technology 83(1): 47-54.

5.3 PLAN GENERAL FUNCIONAL

Se describe el plan general funcional donde “Se indica la interrelación entre el equipo, los edificios y las obras de ingeniería civil⁸”. Justificando la utilización y aplicación de recursos dentro del proceso productivo; definiendo una unidad estratégica que guía las actividades diarias de la planta.

⁸ ARBOLEDA VELEZ, German, Proyectos, Formulación, Evaluación y control, Ed.5, Ed.AC Editores, pag 180.

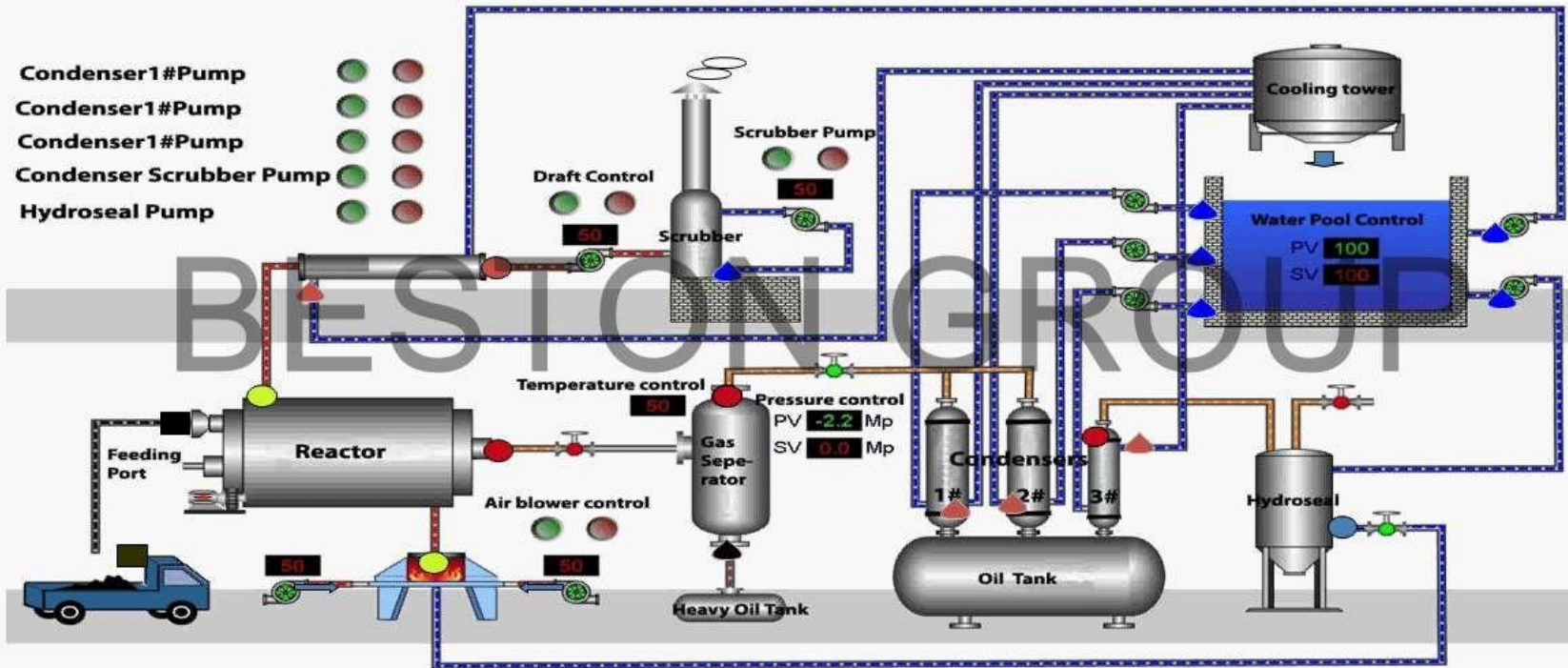
Figura 6. Diagrama de bloques del proceso de producción de Biocarbón



Fuente: Autores del Proyecto.

Figura 7. Proceso productivo de pirolisis (Sistema Integrado), BESTON GROUP

Beston (Henan) Machinery Co., Ltd



Fuente: BESTON GROUP

5.3.1 Disposición de la Materia Prima

El sistema, se alimentará con los residuos domiciliarios recolectados en Bucaramanga y su Área Metropolitana, dentro de esta clasificación de residuos domiciliarios se excluye los residuos de barrido de calles.

Actualmente el carrasco cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS, gracias a esto los residuos que llegan al relleno son clasificados posibilitando las actividades de reutilización y reciclaje de materiales aprovechables, buscando la reducción de cantidades de residuos que deben ser dispuestos en el relleno, a fin de aumentar la vida útil del mismo; lo que indirectamente facilita las fases de recolección y selección de la materia prima, utilizada para la generación de biocabón.

Figura 8. Registro de la disponibilidad de “Materia Prima”.

Residuos Recibidos en el Carrasco – Julio de 2003.

TIPO DE RESIDUO	Residuos generados en Bucaramanga (Ton/mes)	Residuos generados en Girón (Ton/mes)	Residuos generados en Floridablanca (Ton/mes)	Residuos generados en Piedecuesta (Ton/mes)
Domiciliarios	6.989,38	2.065,7	3.615,27	1.279,115
Barrido y montones dispuestos por ESP	2.465,38			
Barrido y montones dispuestos por particulares	900,02	3,32	19,215	0,725
Hojas y ramas dispuestos por ESP	307,00	25,125	25,735	
Hojas y ramas dispuestos por particulares	68,54			
Residuos del Servicio especial de recolección	331,18			
TOTAL	11.061,50	2.094,145	3.660,22	1.279,84

Fuente: Grupo Técnico PGIRS AMB. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Área Metropolitana de Bucaramanga.

Figura 9. Registro de la disponibilidad de “Materia Prima”.

Residuos Recibidos en el Carrasco – Julio de 2004.

TIPO DE RESIDUO	Residuos generados en Bucaramanga (Ton/mes)	Residuos generados en Girón (Ton/mes)	Residuos generados en Floridablanca (Ton/mes)	Residuos generados en Piedecuesta (Ton/mes)
Domiciliarios	7.697,37	2.115,43	3.683,48	1.172,24
Barrido y montones dispuestos por ESP	1.817,24			
Barrido y montones dispuestos por particulares	154,42	10,73	26,64	7,22
Hojas y ramas dispuestos por ESP	159,50	27,81	39,72	
Hojas y ramas dispuestos por particulares	30,37			
Residuos del Servicio especial de recolección	296,23			
TOTAL	10.155,16	2.153,97	3.749,84	1.179,46

Fuente: Grupo Técnico PGIRS AMB. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Área Metropolitana de Bucaramanga.

5.3.2 Recolección y Transporte

El vehículo transportador deberá tener la capacidad para transportar cantidades superiores o iguales a ocho toneladas de materia prima y disponer de un sistema adecuado de contenedores que cumpla con las condiciones adecuadas de almacenamiento.

Además debe cumplir con lo establecido en el Decreto 2981 de 2013, donde se definen los criterios mínimos obligatorios en la recolección y transporte de residuos sólidos que minimicen los impactos ambientales, en especial el ruido y se evite el esparcimiento de residuos en la vía pública⁹.

Figura 10. Modelo de Vehículos Transportadores de Residuos.

⁹ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo, Bogotá, 20 de diciembre 2013.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, Guía para Selección de tecnologías adecuadas para el manejo de residuos sólidos, 2005 Pág. 72.

Figura 11. Chevrolet Kodiak 157" Modelo 2006.



Fuente: Disponible en Internet <<http://articulo.tucarro.com.co/MCO-416671385-volquetas-otros- JM>> Especificaciones técnicas del vehículo recolector marca IVECO modelo 2008 Referencia 170E22RSU: (Capacidad de 10,5 toneladas – 7m³).

- Equipados con un sistema compactador y Caja volcadora.
- Gran capacidad de adaptación a terrenos difíciles de transitar por su agilidad y potencia.
- Combustible diesel ACPM
- Rendimiento Combustible 9 Km/Gal
- Peso bruto vehicula 15,9 Ton
- Moto CATERPILLAR 3126 Electronico

5.3.3 Acopio de la Materia Prima

La materia prima que llegue a la planta podrá ser ubicada en las bandas transportadoras, o en el exterior del cuarto de acopio según sea requerido.

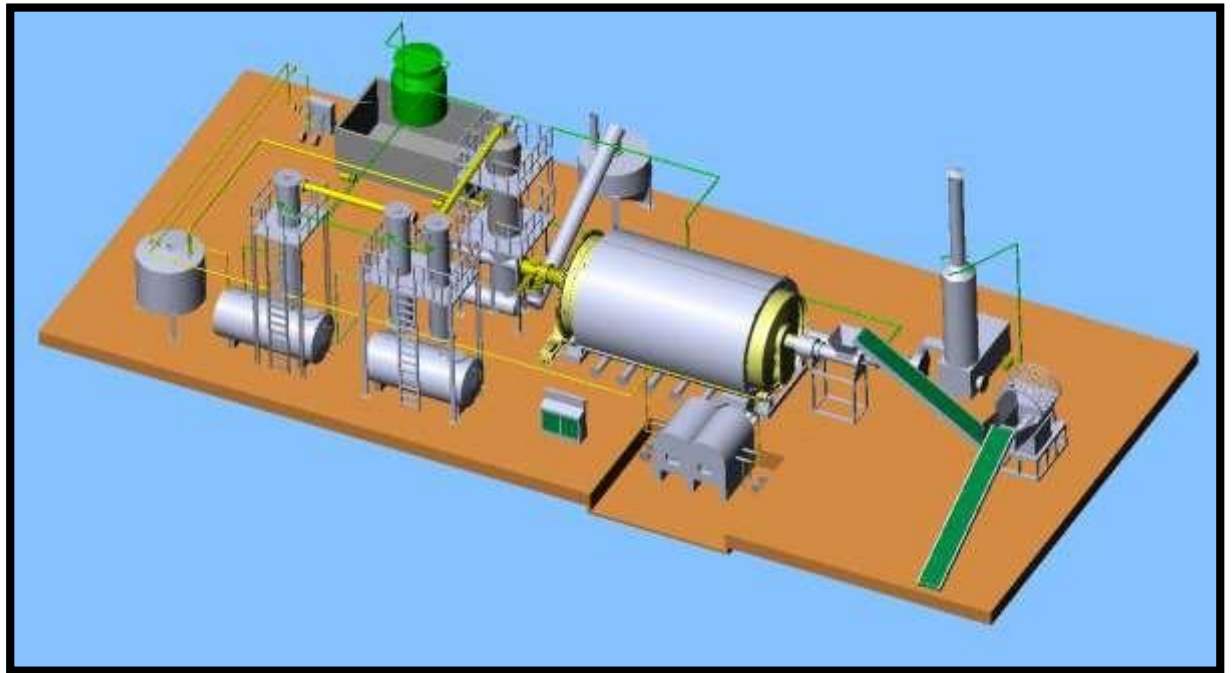
El secado se realizará normalmente en el exterior del sistema a temperatura ambiente cuando las condiciones atmosféricas lo permitan, en las ocasiones que no sea posible se empleara una estufa a determinada temperatura con el objetivo de bajar el índice de humedad al menos del 10% w, a la hora de introducirlo al horno.

5.3.4 Distribución de la Planta

El sistema de generación inicia con una fase preliminar que abarca dos actividades; el secado y homogenización de la materia prima, seguido de un proceso unitario comprendido por el proceso de pirolisis, molienda y empaçado del producto final.

El proceso unitario (pirolisis) es desarrollado por un sistema integrado, prefabricado. Cerrado todo el proceso de producción, con una limpieza de gases de combustión, sin descarga de residuos, sin la contaminación secundaria, para lograr alta eficiencia, ahorro de energía y protección del medio ambiente.

Figura 12. Montaje del Sistema Integrado de Pirolisis



Fuente: Beston Group, Alibaba global trade starts

5.3.5 Bandas Transportadoras

Una banda transportadora es la más indicada para la manipulación de los residuos, se utilizan para trasladar Residuos Sólidos así como materiales en las líneas de selección, donde se pueden seleccionar manualmente los materiales reciclados.

En el caso de este sistema se requiere una banda a causa de los desniveles, esta se compone por un panel, una cinta de transmisión, rodillo, instalación de tensión, instalación de transmisión.

Tabla 13. Especificaciones Técnicas de la Transportadora de Cinta

Ancho de la cinta (mm)	Largura de transmisión (m)/ Potencia (kw)			Velocidad de transmisión (m/s)	Capacidad de transmisión (t/h)
	≤12/3	12-20/4-5.5	20-30/ 5.5-7.5		
500	≤12/3	12-20/4-5.5	20-30/ 5.5-7.5	1.3-1.6	45-100

650	≤12/4	12-20/5.5	20-30/7.5-11	1.3-1.6	70-120
800	≤10/4	10-15/5.5	15-25/7.5-15	1.3-1.6	120-180
1000	≤10/5.5	10-20/7.5-11	20-25/11-12	1.3-2.0	160-250
1200	≤10/7.5	10-20/11	20-25/15-30	1.3-2.0	200-400

Fuente: LIMING <<http://spanish.alibaba.com/p-detail/venta-nueva-Correa-Transportadora-con-BuenaCalidad-y-Bajo-Precio-300000483918.html>>

Las dimensiones de la cinta utilizada en el transporte de los residuos serán las de 500 mm en una longitud inferior a 12 metros.

Figura 13. Estructura de la Banda Transportadora.



Fuente: LIMING, Bandas y Transmisiones Industriales.

5.3.6 Homogenización

La reducción de tamaño de las muestras será de forma mecánica, empleando una máquina trituradora, la banda transportadora llevará la materia prima hasta la máquina trituradora y posteriormente se ubicará dentro del sistema integrado y solo en las ocasiones que se requiera la persona encargada realizará el tamizado para obtener la fracción de partícula requerida, en el momento de la evaluación del producto final.

El motor y el rotor de esta serie molino de martillo instalado sobre la misma base. Ellos son directamente conectados por acoplamiento. El rotor ha sido revisado por prueba de equilibrio dinámico puede girar de adelante hacia atrás y dirección Gxp serie molino de martillo tiene una estructura razonable, robusto y duradero el uso, la seguridad y Confiable, la instalación simple, la operación fácil, pequeña vibración, de alta eficiencia.

Ventajas, que es el más ideal de molienda de equipo de todo tipo de virutas de madera, de madera Virutas, la hierba, de paja, tallo, de maíz, las malas hierbas, de soja, tablero del pvc espumado, de goma y así sucesivamente.¹⁰.

Tabla 14. Datos Técnicos de la Máquina Trituradora

Model	Power (kW)	Capacity (Ton/hora)
GXP 65X27	22-37	0,5 - 1
GXP 65X55	37-55	1 - 2

Fuente: YULONG MACHINEY, Alibaba.com

¹⁰ Véase <http://spanish.alibaba.com/product-gs/wood-crusher-machine-wood-grinder-ce-iso9001-1491760168.html?s=p>

Figura 14. GXP Serise Efficient Hammer Mill



Fuente: YULONG MACHINEY, Alibaba.com

Sobre la base de heredado amoladoras/moedoras/esmeriles tradicionales ventajas, el doble rotor molino de martillo es diseñado por el más reciente y moderna de la teoría smash. Se ha de rotores de doble, tangente doble de velocidad de impacto, aplasta materiales al instante. Se evita problemas tales como la circulación y el tamiz.

Su capacidad será de más de 30% mayor que un solo rotor molino de martillo y el consumo de energía inferior 3-4kw/h

Para la trituración de por tonelada de material; tiene la ventaja incomparable se compara con el tradicional molino de martillo.

5.3.7 Proceso De Pirólisis

Una vez el horno ha llegado a 100°C se introduce la materia prima con lo que se mezclan muy rápidamente y se calientan casi instantáneamente alcanzando la temperatura del horno.

A continuación se sigue calentando el horno hasta una temperatura de 300°C, a partir de esta temperatura la calefacción del reactor principalmente se realizará mediante la combustión del gas producido.

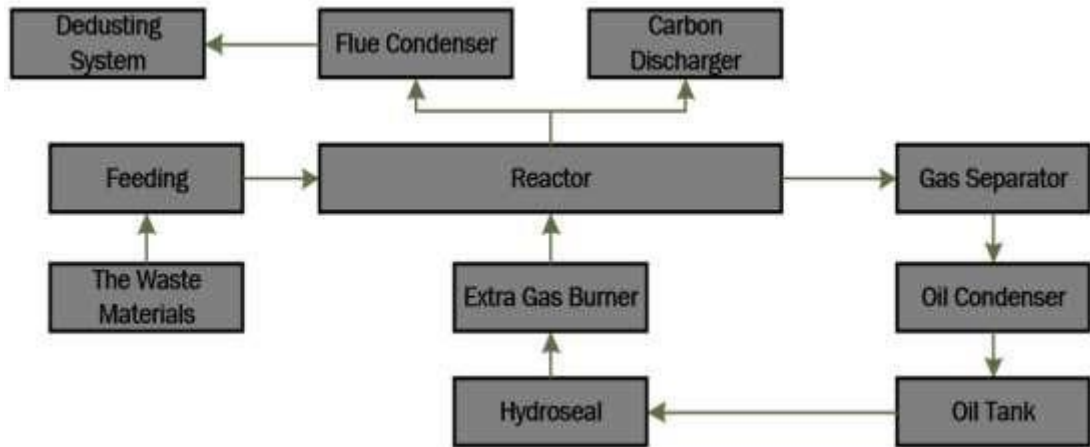
La pirolisis comienza en torno a los 250°C, llegando a ser completa en torno a los 500°C de temperatura, a 500°C se mantiene la pirolisis hasta 4 horas para conseguir la mayor proporción de producto sólido (ya que lo que deseamos es producción de biochar alcalino). El incremento de temperatura será de unos 0,5°C por cada minuto de trabajo del horno pirolítico.

La presión es bastante baja ya que se realiza a 1 atmosfera de presión (presión atmosférica) y a una velocidad baja. La capacidad del horno es de 5 Ton. La pirolisis se realizará en un horno que trabaja en continuo, porque este produce carbón biológico de gran homogeneidad.

El producto que se obtiene de esto es un gas combustible de bajo contenido energético (inferior a 6 MJ/Nm³ poder calorífico inferior 25% del gas natural, gas pobre). En el caso que se utilice hidrógeno se produce un gas de alto contenido energético que, por tener altos porcentajes de metano, puede utilizarse como sustituto del gas natural.

Los gases pobres se derivan a un gaseoducto comunicado con el horno junto con parte de las cenizas. Parte de estos gases son recirculados junto con aire procedente del intercambiador de gases (entran a la cámara de combustión controlada), utilizados para quemarlos y así aumentar la temperatura del horno pirolítico. El gas que sale de la cámara de combustión es recirculado de nuevo al sistema.

Figura 15. Flujo del Sistema Integrado de Pirolisis Modelo WJ8 de Beston Group



Fuente: Beston Group, Alibaba global trade starts

Consta de un control automático sobre todo el proceso, las paredes, techo y puertas que están cubiertas con aislante con revestimiento de fibra de cerámica ligera de doble capa anclado en pasadores de acero inoxidable y malla de alambre inoxidable. Resiste contra temperaturas hasta 2000°C.

La cubierta metálica es de lámina de acero perforada para proteger el aislante térmico de paredes, techo y puertas. Esta tiene un calibre grueso, estructura en ángulos y canales de acero, Las uniones se sellan bien para evitar las fugas y obtener máximo rendimiento.

El escape para la presión en exceso se abre y cierra automáticamente para liberar la presión de exceso.

Figura 16. Sistema Integrado de Pirolisis BESTON GROUP



Fuente:

http://mysourcing.alibaba.com/rfq/request/rfq_manage_detail.htm?quold=1012773583&process=quo&rfqld=1603661894&tracelog=en_quote_edm&biz_type=Notifications_RFQ&crm_mtn_tracelog_task_id=2a9d4ef8-7d4d-49d6-99e3-aa567592403e&crm_mtn_tracelog_log_id=8697596098

Especificaciones Técnicas¹¹. (Precio FOB: US \$ 40.000)

Capacidad de Producción 30 Ton/día

¹¹ Véase

http://mysourcing.alibaba.com/rfq/request/rfq_manage_detail.htm?quold=1012773583&process=quo&rfqld=1603661894&tracelog=en_quote_edm&biz_type=Notifications_RFQ&crm_mtn_tracelog_task_id=2a9d4ef8-7d4d-49d6-99e3-aa567592403e&crm_mtn_tracelog_log_id=8697596098 (consultado el 2 de septiembre de 2015)

Estado: Nuevo

Voltaje: 380V

Potencia (W): 22KW

Dimensión (L * W * H): 40 * 10 * 5

Peso: 25000 Kg - 35000KG

Certificación: ISO14001, ISO9001, CE, SGS, BV, TUV

Garantía: 1 año

Postventa servicio prestado: Ingenieros disponibles a la maquinaria de servicios en el extranjero

Tecnología: La pirólisis

Campo: Gestión de Residuos, Reciclaje de Residuos

Nombre del producto: Pirólisis Planta

Rendimiento Tasa: 20% - 70%

Modo de trabajo: Tipo de lotes

Productos de salida: Petróleo Combustible – Sólidos Carbonados

Trabajadores para la operación: 4 Personas

5.3.7.1 Potencia a Instalar: La potencia a instalar en la empresa para el funcionamiento del horno será de aproximadamente 22 kW.

Se calcula un consumo de aproximadamente 14784 kW/mes, asumiendo un tiempo de producción diaria de 24 horas de lunes a sábado (6 días).

5.3.7.2 Eficiencia: Las especificaciones técnicas del sistema, muestran un rango muy grande en el porcentaje de rendimiento, por consiguiente se toman los porcentajes resultado de ensayos y registros de otras plantas de pirolisis para residuos orgánicos.

En la siguiente tabla se muestran los valores del porcentaje de material recuperado de cada uno de los productos obtenidos en ensayos realizados por la Cenicaña; donde se hizo una corrida de gramos de biomasa, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 15. La eficiencia del equipo es del 34% como se muestra en la tabla siguiente

Material Recuperado	Porcentaje de Recuperación (%)
Biochar (Biocarbón)	34
Bioaceite	25
GNC Y Gases Condensables	41

Fuente: Fabrica, Cenicaña

5.3.7.1 Capacidad de Producción: La capacidad de la planta es de 30 Toneladas, considerando una eficiencia tan solo de un 34%.

Tabla 16. Capacidad de Generación de la planta de pirolisis. (Sacos de 50 kg).

Capacidad de Generación	Tiempo
10,2 Ton	día
10.200 Kg	día
435 Kg	hora
204 Sacos	día
1.224 Sacos	Semana
4.896 Sacos	mes
58752 Sacos	año
2938 Toneladas	año

Fuente: Autores del proyecto.

5.3.7.2 Productos Obtenidos¹⁰

- **Gas:** Monóxido de carbono, aire, hidrógeno, metano, agua, nitrógeno y pequeñas cantidades de hidrocarburos superiores. Estos gases son de débil poder calórico. Buen rendimiento eléctrico de los productos gaseosos de la pirólisis.

El calor como producto final se utiliza para aumentar la temperatura del horno pirolítico. El gas emplea como combustible en quemadores de calderas o turbinas de gas, o en aparatos de combustión interna, así como para síntesis de metanol en las empresas del grupo dispuestas para esto.

- **Carbón orgánico (Biocarbón):** Contiene pocas impurezas y su potencia calorífica es de 8000 Kcal/kg. Este producto aportado a los suelos agrícolas es capaz de secuestrar el carbono del CO₂ y de otros gases contaminantes de la atmósfera e incorporarlo a su estructura.
- **Cenizas:** Denominadas “coque” de pirolisis.

6. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA

6.1 INVERSIONES

¹⁰ Véase <http://www.aragoninvestiga.org/Residuos-convertidos-en-fuente-de-energia/> (Consultado el 2 de junio de 2015).

Las empresas para iniciar una actividad productiva deben hacer inversiones, con el fin de adquirir bienes y servicios para ser usados y producir rentabilidad. Si los bienes se extinguen tan pronto se utilizan, estamos frente a un gasto. Pero si su vida útil se prolonga durante periodos futuros, en los cuales contribuyen a obtener las rentas e incluso en el momento de su venta se puede recuperar parte de su costo, estamos frente a una inversión.

Según lo anterior, la inversión que hará la nueva empresa es una inversión real ya que los recursos monetarios se van a dirigir a la adquisición de bienes productivos (maquinaria y equipo) y bienes de servicios (muebles y enseres, equipo de computación, vehículos, etc.) lo que en conjunto, va a generar otros, de cuya venta se pretende obtener un valor marginal llamado Utilidad.¹¹

6.1.1 Inversión Fija

Los activos fijos se definen como los bienes que una empresa utiliza de manera continua en el curso normal de sus operaciones.

Es importante aclarar que la clasificación de un bien como activo fijo no es única y que depende del tipo de negocio de la empresa; es decir, algunos bienes pueden ser considerados como activos fijos en una empresa y como inventarios en otra.

A continuación se detallarán todos los activos fijos tangibles que se utilizarán en la nueva empresa productora y comercializadora de Biocarbón:

6.1.1.1 Terreno

¹¹ BACA U., Gabriel. Evaluación de Proyectos. Editorial McGraw Hill Interamericana S.A., Santafé de Bogotá, 1994.

El terreno es un activo fijo tangible que no se desvaloriza pese al uso y que con el pasar del tiempo obtiene plusvalía y es muy importante para la ejecución del proyecto ya que en el mismo se hará el levantamiento de la edificación donde funcionara la empresa.

Tabla 17. Terreno

TERRENO			
CONCEPTO	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Terreno	1	\$55.000.000,00	\$55.000.000,00
Total terreno		\$55.000.000,00	\$55.000.000,00

Fuente: Autores del Proyecto, Investigación de Campo.

6.1.1.2 Construcción

Las construcciones y adecuaciones que se realizaran en la nueva empresa productora y comercializadora de Biocarbón tendrán un costo de \$50.000.000.

Tabla 18. Construcciones y Adecuaciones

CONSTRUCCIONES Y ADECUACIONES			
CONCEPTO	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Obra civil	1	\$26.000.000,00	\$26.000.000,00
Adecuaciones de la planta	1	\$24.000.000,00	\$24.000.000,00
Total Construcciones y Adecuaciones		\$50.000.000,00	\$50.000.000,00

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.1.3 Maquinaria y equipo

Tabla 19. Maquinaria y Equipos

MAQUINARIA Y EQUIPO		
CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Triturador de madera	1	\$15.000.000
Sistema Integrado de pirolisis	1	\$123.200.000
Banda Transportadora	1	\$5.000.000
Equipos de Laboratorio	1	\$1.074.000
Balanza	1	\$300.000
Equipo contra incendios	1	\$200.000
Total		\$144.774.000

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.1.4 Muebles y enseres

Tabla 20. Muebles y Enseres

MUEBLES Y ENSERES			
CONCEPTO	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Escritorio	4	\$240.000,00	\$960.000,00
Sillas de metal	12	\$80.000,00	\$960.000,00
Sillas ejecutivas	5	\$60.000,00	\$300.000,00
Estación de trabajo	1	\$300.000,00	\$300.000,00
Mesa para reuniones	1	\$120.000,00	\$120.000,00
Archivador	2	\$180.000,00	\$360.000,00
Papeleras	5	\$8.000,00	\$40.000,00
Total Muebles y Enseres		\$988.000,00	\$3.040.000,00

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.1.5 Equipo de oficina

Tabla 21. Equipo de Oficina

EQUIPO DE OFICINA			
CONCEPTO	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Fax	1	\$300.000,00	\$300.000,00
Teléfono	1	\$190.000,00	\$190.000,00
Sumadora	1	\$80.000,00	\$80.000,00
Total Equipos de Oficina		\$570.000,00	\$570.000,00

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.1.6 Equipos de computación

Los equipos de computación constituyen una herramienta de trabajo muy importante, que ayudará al área administrativa a desarrollar de la mejor manera sus actividades; ya que con esta herramienta se puede clasificar enormes cantidades de datos y producir rápidamente información útil para la nueva empresa productora y comercializadora de Biocarbón.

Tabla 22. Equipo de Computación

EQ UIPO DE COMPUTACIÓN			
CONCEPTO	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Computador	2	\$1.200.000,00	\$2.400.000,00
Impresora	1	\$140.000,00	\$140.000,00
Total Equipo de Computación		\$1.340.000,00	\$2.540.000,00

Fuente: Autores del Proyecto

Para la distribución del biocarbón a los diversos clientes será necesaria la adquisición de una camioneta marca Chevrolet. El vehículo es un activo muy importante para la empresa ya que este servirá para distribuir el producto final.

Tabla 23. Vehículos

VEHICULOS			
CONCEPTO	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Camioneta Chevrolet	1	\$37.000.000,00	\$37.000.000,00
Volqueta		\$150.000.000,00	\$150.000.000,00
Total Vehículos		\$187.000.000,00	\$187.000.000,00

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.1.7 Total de inversión fija

INVERSIÓN EN ACTIVOS

Son aquellos recursos tangibles (terreno, muebles y enseres, maquinarias y equipos, etc.) y no tangibles (gastos de estudios, patente, gastos de constitución, etc.), necesarios para la realización del proyecto.

Tabla 24. Inversión Fija

CONCEPTO	INVERSION
Activos fijos o tangibles	\$442.924.000
Activos diferidos o intangibles	\$4.323.900
Inversión fija total	\$447.247.900

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.2 Inversión diferida

GASTOS DE CONSTITUCION Y ORGANIZACIÓN

Tabla 25. Gastos de Constitución

GASTOS DE CONSTITUCION			
CONCEPTO	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Honorarios Abogado, trámites legales	1	\$1.800.000,00	\$1.800.000,00
Registro Sanitario	1	\$1.203.900,00	\$1.203.900,00
Total Gastos de Constitución		\$3.003.900,00	\$3.003.900,00

Fuente: Autores del Proyecto

GASTO DE CAPACITACIÓN ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA

Tabla 26. Capacitación

CAPACITACION			
CONCEPTO	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Capacitadores	2	\$660.000,00	\$1.320.000,00
Total Capacitación			\$1.320.000,00

Fuente: Autores del Proyecto

DEPRECIACIÓN ACTIVOS FIJOS

Según el Artículo 134 del Estatuto tributario. SISTEMAS de CÁLCULO (modificado con art. 159 de la Ley 1607 de 2012). La depreciación se calcula por el sistema de línea recta, por el de reducción de saldos o por otro sistema de reconocido valor técnico autorizado por el Subdirector de Fiscalización de la Dirección General de Impuestos Nacionales, o su delegado.

PARÁGRAFO. *Para los casos en los que se opte por utilizar el sistema de depreciación de reducción de saldos, no se admitirá un valor residual o valor de salvamento inferior al 10% del costo del activo y no será admisible la aplicación de los turnos adicionales, establecidos en el artículo 140 de este Estatuto.*

El artículo 7 del Decreto 1536 de 2007, establece: '...deroga todas las referencias a la obligación de re expresión de cifras contables por el sistema de ajustes integrales por inflación, contenidas en los Decretos 2649 y 2650 de 1993, así como las normas que le sean contrarias'.

De conformidad con lo dispuesto en el *DECRETO 3019 DE 1989*, la vida útil para los diferentes activos depreciables, son las siguientes:

- Inmuebles (incluidos los oleoductos) 20 años
- Barcos, trenes, aviones, maquinaria, equipo y bienes muebles 10 años
- Vehículos automotores y computadores 5 años

Para el proyecto se aplicara la depreciación por línea recta.

Se presenta a continuación la tabla 27 en donde se puede observar los valores que se van a depreciar anualmente para los activos:

Tabla 27. Depreciación Activos Fijos

DEPRECIACIÓN ACTIVOS FIJOS				
CONCEPTO	VALOR	CUOTA SALVAMNTO 10%	AÑOS DE VIDA UTIL	DEPRECIACION ANUAL
Terrenos	\$55.000.000	\$5.500.000	NO DEPREC.	-
Construcciones y Adecuaciones	\$50.000.000	\$5.000.000	20	2.250.000
Maquinaria y Equipos	\$144.774.000	\$14.477.400	10	13.029.660
Equipo de Computación	\$2.540.000	\$254.000	5	457.200
Equipo de Oficina	\$570.000	\$57.000	10	51.300
Muebles y Enseres	\$3.040.000	\$304.000	10	273.600
Volqueta	\$150.000.000	\$15.000.000	5	27.000.000
Vehículos	\$37.000.000	\$3.700.000	5	6.660.000
Total	\$442.924.000	\$44.292.400		49.721.760

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.3 Inversión de capital de trabajo

Tabla 28. Gastos Operacionales

DESCRIPCIÓN	VALOR ANUAL (\$)
SERVICIOS BÁSICOS	
Agua potable	\$8.064.000
Energía eléctrica	\$20.592.000
Internet	\$600.000
Servicio telefónico	\$804.960
Combustible	\$55.533.012
Sub total Ser. Básico	\$85.593.972
GASTOS GENERALES	
Útiles de oficina	\$1.440.000
Gastos varios	\$1.931.820
Sueldos administración	\$93.324.882
sub total gastos generales	\$96.696.702
OTROS GASTOS FIJOS	
Capacitación	\$1.320.000,00
Sub total otros gastos fijos	\$1.320.000,00
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$183.610.674,32

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.3.1 Costos de producción

Tabla 29. Mano de Obra Directa

MANO DE OBRA DIRECTA			
DETALLE	CANTIDAD	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
Tecnólogo Supervisor de procesos	1	\$1.100.000,00	\$20.043.144,00
Operario	4	\$644.350,00	\$52.356.336,34
TOTAL	5	\$1.744.350,00	\$72.399.480,34

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 30. Nómina de un Mes de Trabajo en Horario Normal

<p align="center">NOMINA PRODUCCION proyección de nómina mes a mes empleados</p>													
NOMINA DESDE EL			HASTA EL			DE 2015							
NOMBRES Y APELLIDOS	CEDULA	SUELDO	DIAS	SUELDO	AUXILIO	TOTAL	DEDUCCIONES		TOTAL	NETO	GASTO PRES. APORTES	GASTO REAL MES	ANUAL
TRABAJADOR	NUMERO	BASICO	LAB	DEVEN	TRANS.	DEVENG,	SALUD	PENSION	DEDUCC,	A PAGAR	51,84%		
Supervisor		1.100.000	30	1.100.000		1.100.000	44.000	44.000	88.000	1.012.000	570.262	1.670.262	20.043.144
Operario		644.350	30	644.350	74.000	718.350	25.774	25.774	51.548	666.802	372.407	1.090.757	13.089.084
Operario 2		644.350	30	644.350	74.000	718.350	25.774	25.774	51.548	666.802	372.407	1.090.757	13.089.084
Operario 3		644.350	30	644.350	74.000	718.350	25.774	25.774	51.548	666.802	372.407	1.090.757	13.089.084
Operario 4		644.350	30	644.350	74.000	718.350	25.774	25.774	51.548	666.802	372.407	1.090.757	13.089.084
TOTAL				3.677.400	296.000	3.973.400	147.096	147.096	294.192	3.679.208	2.059.890	6.033.290	72.399.480

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.3.1.3 Costos indirectos fabricación

Son aquellos costos que no se relacionan directamente con la fabricación del producto pero forman parte del costo de producción.

Tabla 31. Materiales Indirectos de Fabricación del Biocarbón

MATERIALES INDIRECTOS DE FABRICACIÓN										
DETALLE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
% incrementa	3,21%	5,29%	7,37%	9,45%	11,53%	13,61%	15,69%	17,77%	19,85%	21,93%
Etiquetas	\$6.053.580	\$6.373.613	\$6.843.135	\$7.489.584	\$8.352.883	\$9.489.432	\$10.978.007	\$12.928.433	\$15.494.296	\$18.891.679
Sacos para empaque	\$9.271.300	\$9.761.443	\$10.480.536	\$11.470.597	\$12.792.774	\$14.533.445	\$16.813.258	\$19.800.413	\$23.730.135	\$28.933.363
TOTAL	\$15.324.880	\$16.135.055	\$17.323.671	\$18.960.181	\$21.145.657	\$24.022.876	\$27.791.265	\$32.728.846	\$39.224.431	\$47.825.042

Fuente: Autores del Proyecto

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Tabla 32. Materiales de Seguridad

MATERIALES DE SEGURIDAD				
DETALLE	CANTIDAD MENSUAL	CANTIDAD ANUAL	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Implementos primeros auxilios (botiquín)		2	\$198.000	\$396.000
Botas		16	\$48.000	\$768.000
Guantes	48	576	\$60	\$34.560
Tapa oídos	5	60	\$1.917	\$115.020
Mascarillas	48	576	\$240	\$138.240
Mandiles		16	\$30.000	\$480.000
TOTAL			\$278.217	\$1.931.820

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 33. Servicios Básicos (Precio kw/h 374,37)

SERVICIOS BÁSICOS			
DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
Agua potable	m ³	672.000	8.064.000
Energía eléctrica	Kw/hora	1.716.000	20.592.000
Internet	Mega – Bytes	50.000	600.000
Teléfono	Minutos	67.080	804.960
TOTAL		2.505.080	30.060.960

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.3.1.4 Total costos de producción**Tabla 34.** Nómina de Producción

NOMBRES Y APELLIDOS	TOTAL	GASTO PRES. APORTES	GASTO REAL MES	ANUAL
TRABAJADOR	DEVENG,	51,84%		
Supervisor	1.100.000	570.262	1.670.262	20.043.144
Operario	718.350	372.407	1.090.757	13.089.084
Operario 2	718.350	372.407	1.090.757	13.089.084
Operario 3	718.350	372.407	1.090.757	13.089.084
Operario 4	718.350	372.407	1.090.757	13.089.084
TOTAL	3.973.400	2.059.890	6.033.290	72.399.480

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.3.2 Gastos de administración y ventas

Tabla 35. Sueldos y Salarios Administrativos

NOMBRES Y APELLIDOS	GASTO PRES. APORTES	GASTO REAL MES	ANUAL
TRABAJADOR	51,84%		
Gerente general	777.630	2.277.630	27.331.560
Administrador	673.946	1.973.946	23.687.352
Secretaria contable	435.473	1.275.473	15.305.674
Vigilante	383.631	1.197.631	14.371.570
mantenimiento y limpieza	334.044	1.052.394	12.628.727
		7.777.074	93.324.882

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 36. Sueldos y Salarios de Ventas.

Ventas NOMBRES Y APELLIDOS	TOTAL	GASTO PRES. APORTES	GASTO REAL MES	ANUAL
TRABAJADOR	DEVENG,	51,84%		
vendedor	1.518.286	787.110	2.305.396	27.664.750
	1.518.286	787.110	2.305.396	27.664.750

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 37. Nómina de un mes de trabajo en horario normal (Administrativa)

NOMINA ADMINISTRATIVA nómina de un mes de empleados														
NOMINA DESDE EL						HASTA EL				DE 2015				
NOMBRES Y APELLIDOS	CEDULA	SUELDO	DIAS	SUELDO	AUXILIO	TOTAL	DEDUCCIONES			TOTAL	NETO	GASTO PRES. APORTES	GASTO REAL MES	ANUAL
TRABAJADOR	NUMERO	BASICO	LAB	DEVEN	TRANS.	DEVENG,	SALUD	PENSION	DEDUCC,	A PAGAR	51,84%			
Gerente general		1.500.000	30	1.500.000		1.500.000	60.000	60.000	120.000	1.380.000	777.630	2.277.630	27.331.560	
Administrador		1.300.000	30	1.300.000		1.300.000	52.000	52.000	104.000	1.196.000	673.946	1.973.946	23.687.352	
Secretaria contable		840.000	30	840.000		840.000	33.600	33.600	67.200	772.800	435.473	1.275.473	15.305.674	
Vigilante		740.000	30	740.000	74.000	814.000	29.600	29.600	59.200	754.800	383.631	1.197.631	14.371.570	
mantenimiento y limpieza		644.350	30	644.350	74.000	718.350	25.774	25.774	51.548	666.802	334.044	1.052.394	12.628.727	
						5.024.350	148.000	5.172.350	200.974	200.974	401.948	4.770.402	7.777.074	93.324.882

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 38. Nómina de un mes de trabajo en horario normal (Ventas)

NOMINA VENTAS nómina de un mes de empleados														
NOMINA DESDE EL						HASTA EL				DE 2015				
NOMBRES Y APELLIDOS	CEDULA	SUELDO	DIAS	SUELDO	COMISION	TOTAL	DEDUCCIONES			TOTAL	NETO	GASTO PRES. APORTES	GASTO REAL MES	ANUAL
TRABAJADOR	NUMERO	BASICO	LAB	DEVEN		DEVENG,	SALUD	PENSION	IMP. RENTA	DEDUCC,	A PAGAR	51,84%		

vendedor		644.350	30	644.350	873.936	1.518.286	60.731	60.731	87.394	208.856	1.309.430	787.110	2.305.396	27.664.750
		644.350		873.936	1.518.286	60.731	60.731	87.394	208.856	1.309.430	787.110	2.305.396	27.664.750	

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 39. Útiles de Oficina

ÚTILES DE OFICINA			
DETALLE	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
Calculadora	3	\$300.000	\$900.000
Grapadoras	2	\$12.000	\$24.000
Perforadoras	2	\$12.000	\$24.000
Papelería en general	-	-	\$492.000
TOTAL	7	\$324.000	\$1.440.000

Fuente: Autores del Proyecto

6.1.5 Fuentes de financiación

Tabla 40. Plan de Financiamiento

ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO		
DESCRIPCION	MONTO	PORCENTAJE
Préstamo bancario	311.016.190	69,54%
Aporte de los accionistas	136.231.710	30,46%
TOTAL FINANCIAMIENTO	447.247.900	100%

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 41. Liquidación del Crédito

MONTO DEL CREDITO		No. PAGO	INTERESES	PAGO CAPITAL	SALDO
	311.016.190				
TASA INTERES ANUAL	0	1	3369342,055	1274463,688	309741726
NUMERO DE PAGOS MENSUALES	120	2	3355535,365	1288270,378	308453455,6
PAGO MENSUAL	4.643.806	3	3341579,102	1302226,64	307151229
		4	3327471,647	1316334,095	305834894,9
		5	3313211,361	1330594,381	304504300,5
		6	3298796,589	1345009,154	303159291,3
		7	3284225,656	1359580,086	301799711,2
		8	3269496,872	1374308,871	300425402,4
		9	3254608,526	1389197,217	299036205,2
		10	3239558,889	1404246,853	297631958,3
	39.487.141	11	3224346,215	1419459,527	296212498,8
		12	3208968,737	1434837,006	294777661,8
		13	3193424,669	1450381,073	293327280,7
		14	3177712,207	1466093,535	291861187,2
		15	3161829,528	1481976,215	290379210,9
		16	3145774,785	1498030,957	288881180
		17	3129546,117	1514259,626	287366920,4
		18	3113141,637	1530664,105	285836256,3
		19	3096559,443	1547246,3	284289010
	37.245.697	20	3079797,608	1564008,134	282725001,8
		21	3062854,186	1580951,556	281144050,3
		22	3045727,211	1598078,531	279545971,7

23	3028414,694	1615391,049	277930580,7
24	3010914,624	1632891,118	276297689,6
25	2993224,97	1650580,772	274647108,8
26	2975343,679	1668462,064	272978646,7
27	2957268,673	1686537,069	271292109,7
28	2938997,855	1704807,888	269587301,8
29	2920529,103	1723276,64	267864025,1
30	2901860,272	1741945,47	266122079,7
31	2882989,196	1760816,546	264361263,1
32	2863913,684	1779892,059	262581371,1
33	2844631,52	1799174,222	260782196,8
34	2825140,466	1818665,277	258963531,6
35	2805438,259	1838367,484	257125164,1
36	2785522,611	1858283,131	255266880,9

34.694.860,29

\$16.238.527,90

\$18.479.972,20

\$21.030.808,62

37	2765391,21	1878414,532	253388466,4
38	2745041,719	1898764,023	251489702,4
39	2724471,776	1919333,966	249570368,4
40	2703678,991	1940126,751	247630241,7
41	2682660,951	1961144,791	245669096,9
42	2661415,216	1982390,526	243686706,4
43	2639939,319	2003866,423	241682839,9
44	2618230,766	2025574,976	239657265
45	2596287,037	2047518,705	237609746,3
46	2574105,584	2069700,158	235540046,1
47	2551683,833	2092121,91	233447924,2
48	2529019,179	2114786,564	231333137,6
49	2506108,991	2137696,751	229195440,9
50	2482950,609	2160855,133	227034585,7
51	2459541,345	2184264,397	224850321,3
52	2435878,481	2207927,261	222642394,1
53	2411959,269	2231846,473	220410547,6
54	2387780,932	2256024,81	218154522,8
55	2363340,664	2280465,079	215874057,7
56	2338635,625	2305170,117	213568887,6
57	2313662,949	2330142,793	211238744,8
58	2288419,735	2355386,007	208883358,8
59	2262903,054	2380902,689	206502456,1
60	2237109,941	2406695,801	204095760,3
61	2211037,403	2432768,339	201662992
62	2184682,413	2459123,329	199203868,6
63	2158041,91	2485763,832	196718104,8
64	2131112,802	2512692,94	194205411,9
65	2103891,962	2539913,78	191665498,1

66	2076376,229	2567429,513	189098068,6
67	2048562,41	2595243,333	186502825,2
68	2020447,273	2623358,469	183879466,8
69	1992027,557	2651778,186	181227688,6
70	1963299,96	2680505,783	178547182,8
71	1934261,147	2709544,595	175837638,2
72	1904907,747	2738897,995	173098740,2
73	1875236,352	2768569,39	170330170,8
74	1845243,517	2798562,225	167531608,6
75	1814925,76	2828879,982	164702728,6
76	1784279,56	2859526,182	161843202,4
77	1753301,36	2890504,383	158952698,1

31.791.925,58 \$23.933.743,33

28.488.291,60 \$27.237.377,31

24.728.648,81 \$30.997.020,09

78	1721987,562	2921818,18	156030879,9
79	1690334,532	2953471,21	153077408,7
80	1658338,594	2985467,148	150091941,5
81	1625996,033	3017809,709	147074131,8
82	1593303,095	3050502,648	144023629,2
83	1560255,983	3083549,76	140940079,4
84	1526850,86	3116954,882	137823124,5
85	1493083,849	3150721,893	134672402,6
86	1458951,028	3184854,714	131487547,9
87	1424448,436	3219357,307	128268190,6
88	1389572,065	3254233,677	125013956,9
89	1354317,867	3289487,876	121724469
90	1318681,748	3325123,994	118399345,1
91	1282659,571	3361146,171	115038198,9
92	1246247,155	3397558,588	111640640,3
93	1209440,27	3434365,472	108206274,8
94	1172234,644	3471571,098	104734703,7
95	1134625,957	3509179,785	101225523,9
96	1096609,843	3547195,9	97678328,04
97	1058181,887	3585623,855	94092704,18
98	1019337,629	3624468,114	90468236,07
99	980072,5574	3663733,185	86804502,88
100	940382,1146	3703423,628	83101079,26
101	900261,6919	3743544,05	79357535,21
102	859706,6314	3784099,111	75573436,09
103	818712,2244	3825093,518	71748342,58
104	777273,7113	3866532,031	67881810,55
105	735386,2809	3908419,461	63973391,08
106	693045,0701	3950760,672	60022630,41

20.450.053,21 \$35.275.615,70

107	650245,1628	3993560,58	56029069,83
108	606981,5899	4036824,152	51992245,68
109	563249,3282	4080556,414	47911689,27
110	519043,3004	4124762,442	43786926,82
111	474358,3739	4169447,368	39617479,46
112	429189,3608	4214616,382	35402863,07
113	383531,0166	4260274,726	31142588,35
114	337378,0404	4306427,702	26836160,65
115	290725,0737	4353080,669	22483079,98
116	243566,6998	4400239,043	18082840,94
117	195897,4435	4447908,299	13634932,64
118	147711,7702	4496093,972	9138838,665

15.580.872,43 \$40.144.796,48

10.602.835,88 \$49.766.638,77

	119	99004,08554	4544801,657	4594037,008
3.170.173,90 \$47.911.689,27	120	49768,73425	4594037,008	0
		246240499,4	311016189,7	

Fuente: Autores del Proyecto

6.3 PRECIO DE VENTA

Tabla 42. Precio de Venta del Biocarbón saco de 50Kg

Presentación	Precio de Costo en pesos	Margen de contribución
Costos Saco de 50 Kg	\$8.925	50%
Producción anual	58.752	
Margen de rentabilidad / costo	50%	
precio saco de 50 Kg	17.850	
costo anual	524.361.600	
Ingreso anual	1.048.723.200	
Rentabilidad	524.361.600	-

Fuente: Autores del Proyecto

$$\text{Precio} = \text{Costo} / (1 - \% \text{margen})$$

Mes	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Enero	1,29	1,05	0,88	1,18	0,88	0,88	0,54	0,77	1,06	0,59	0,69	0,71	0,33	0,30	0,49	0,64	
Febrero	2,30							1,89	1,26	1,11	1,20	1,02	0,66	1,17	1,51	0,84	0,83
Marzo	1,71	1,48	0,71	1,07	0,97	0,87	0,70	1,21	0,80	0,50	0,25	0,27	0,12	0,21	0,39	0,50	
Abril	1,00							1,15	0,92	1,15	0,46	0,44	0,45	0,90	0,71	0,32	0,46
Mayo	0,52	0,42	0,60	0,43	0,34	0,34	0,33	0,33	0,03	0,01	0,08	0,20	0,30	0,28	0,48	0,62	
Junio	-0,02							0,04	0,43	-0,05	0,60	0,40	0,30	0,12	0,86	-0,06	0,11
Julio	-0,04	0,11	0,02	-0,14	-0,03	0,05	0,41	0,07	0,48	-0,00	-0,00	0,14	-0,04	0,04	0,15	0,19	
Agosto	0,32							0,26	0,09	0,31	0,03	0,00	0,39	-0,13	0,19	0,04	0,11
Septiembre	0,43	0,37	0,36	0,20	0,30	0,33	0,29	0,08	-0,00	-0,00	-0,01	0,31	0,29	0,09	0,29	0,14	
Octubre	0,15							0,19	0,56	0,06	-0,01	0,23	-0,14	0,01	0,35	-0,13	-0,09
Noviembre	0,33	0,12	0,07	0,03	0,02	0,01	0,24	0,04	0,02	-0,00	0,19	0,10	-0,04	-0,02	0,10	0,03	
Diciembre	0,46							0,34	0,27	0,61	0,30	0,07	0,23	0,49	0,44	0,08	0,65
En año corrido	8,75	7,65	6,99	6,69	5,40	4,48	4,48	5,99	7,66	2,00	3,17	3,72	2,44	1,94	3,66	4,02	

* Entre octubre de 2006 y septiembre de 2007 se realizó la Encuesta de Ingresos y Gastos en el macro de la Gran Encuesta Integrada de Hogares, teniendo una cobertura de 42733 hogares para las 24 principales ciudades del país, lo cual permitió determinar cambios en los hábitos de consumo y la estructura del gasto de la población colombiana. Con los resultados de esta encuesta, bajo el trabajo de un grupo interdisciplinario de especialistas y la asesoría de la entidad estadística del Canadá, se desarrolló una nueva metodología para calcular el IPC, que es aplicada a partir de enero de 2009. Se creó una nueva canasta con una estructura de dos niveles, uno fijo y uno flexible, que permite actualizar la canasta de bienes y servicios, por cambios en el consumo final en un periodo relativamente. Además de la ampliación de la canasta, el nuevo IPC-08 amplió su cobertura geográfica a 24 ciudades.

Fuente: DANE

6.5 ESTADOS FINANCIEROS

Tabla 44. Balance Situación Inicial

	ACTIVO	INICIAL
11	ACTIVO CORRIENTE	
	DISPONIBLE	-
	caja y bancos	-
15	ACTIVOS FIJOS	442.924.000
	Terrenos	55.000.000
	Obra Civil	50.000.000
	Maquinaria y Equipo	144.774.000
	Muebles y Enseres	3.040.000
	Equipo de Oficina	570.000
	Equipo de Computación	2.540.000
	Vehículos	187.000.000
	Depreciacion	
	ACTIVOS DIFERIDOS	4.323.900
	Gastos de constitución	3.003.900
	Capacitación de antes de la P en M	1.320.000
	TOTAL ACTIVOS	447.247.900

2	PASIVOS	-
	PASIVO CORRIENTE	-
	Impuestos por pagar	-
	Obligaciones financieras	16.238.528
	PASIVO NO CORRIENTE	
	Obligaciones financieras	294.777.662
	TOTAL PASIVOS	311.016.190
3	CAPITAL	136.231.710
	utilidad neta	-
	TOTAL CAPITAL	-
	<u>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</u>	<u>447.247.900</u>

Fuente: Autores del Proyecto

7. ANÁLISIS DE INVERSIÓN

7.1 EVALUACIÓN FINANCIERO

7.1.1 Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto sirve para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera, según lo anterior el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto es positivo. Además se utiliza criterios de rentabilidad como:

Tabla 45. Criterios de Rentabilidad del VAN

INDICADOR	TOMA DE DECISIONES
VAN MAYOR A CERO	Se acepta el proyecto
VAN MENOR A CERO	No se acepta el proyecto

VAN IGUAL A CERO	Es indiferente su ejecución o No
------------------	----------------------------------

Para poder realizar este cálculo utilizamos el siguiente análisis:

Tasa Interés Real	4,53%	
Inflación	3,21%	
Prima por Riesgo	5,00%	
C. OPORTUNIDAD	12,74%	13,00%

El valor actual neto lo constituye los valores positivos que arroja el proyecto durante los diez años de funcionamiento, pero estos valores deben ser traídos a valor presente para saber si resulta rentable la inversión, cuando el VAN es igual a cero, significa que se ha recuperado la inversión, y los costos de oportunidad, y cuando es superior a cero, quiere decir que además de la recuperación mencionada, se ha alcanzado un excedente económico y que el proyecto es rentable.¹²

Tabla 46. Valor Actual Neto

TIR		VAN
%	FLUJO EFECTIVO	
5%	-\$ 447.247.900	\$ 1.400.781.082
10%	\$ 125.793.703	\$ 895.734.098
15%	\$ 138.156.054	\$ 569.822.714
20%	\$ 154.277.213	\$ 353.859.641
25%	\$ 176.006.205	\$ 207.340.074
30%	\$ 204.571.413	\$ 105.851.678
35%	\$ 241.686.538	\$ 34.279.766

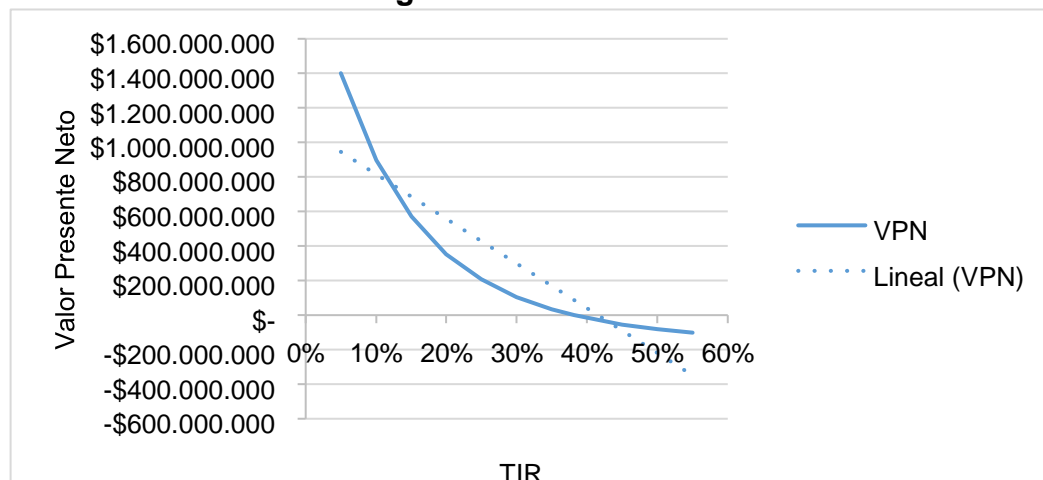
¹² ORTIZ A., Héctor., Finanzas Básicas Para no Financieros, Colombia, Thompson. 1era Edición. 2003.

38%	\$	289.722.093	
45%	\$	351.956.582	-\$ 54.132.169
50%	\$	436.602.488	-\$ 81.343.751
55%	\$	535.398.801	-\$ 101.407.673
		TIR SIN PRESTAMO	38,15757116%

Fuente: Autores del Proyecto

En este caso del valor actual neto indica que el proyecto es atractivo para los inversionistas.

Figura 17. VPN Vs TIR



Fuente: Autores del Proyecto.

7.1.2 Tasa Interna Retorno TIR

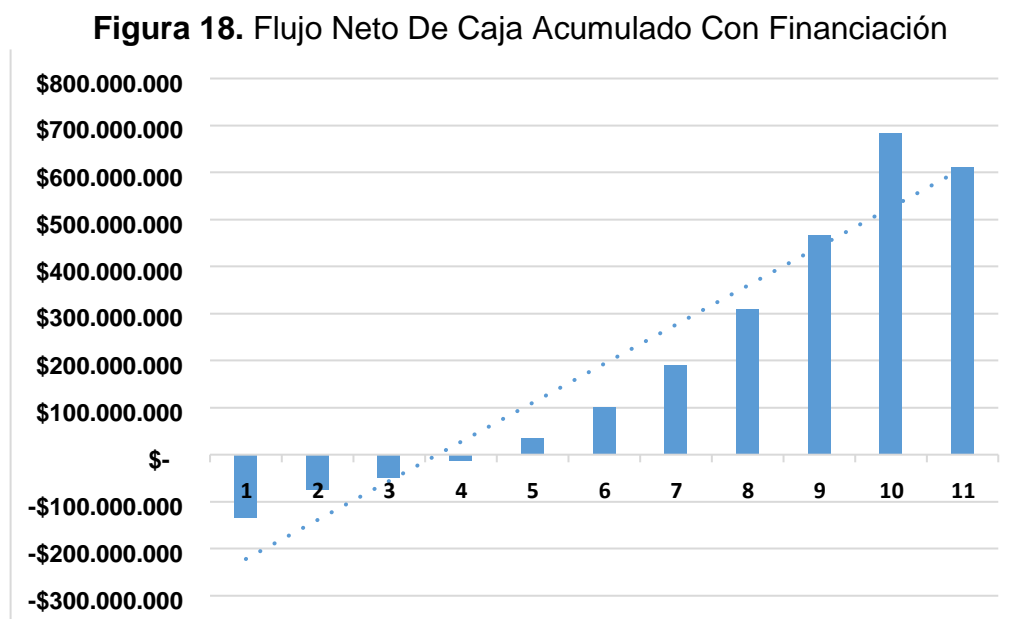
El cálculo de la TIR con el programa Excel es muy sencillo, dado que este programa incorpora funciones financieras, entre las cuales encontramos la función "TIR"

Para el cálculo de la TIR se debe tener un flujo de caja, que comienza con la inversión inicial. En los siguientes períodos tenemos flujos positivos o negativos (usualmente positivos).¹³

Aplicando la fórmula se obtiene una TIR de **38%** lo que indica que es conveniente invertir en el proyecto ya que la tasa es mayor que el Costo Oportunidad.

7.1.3 Flujo Neto de Caja Acumulado

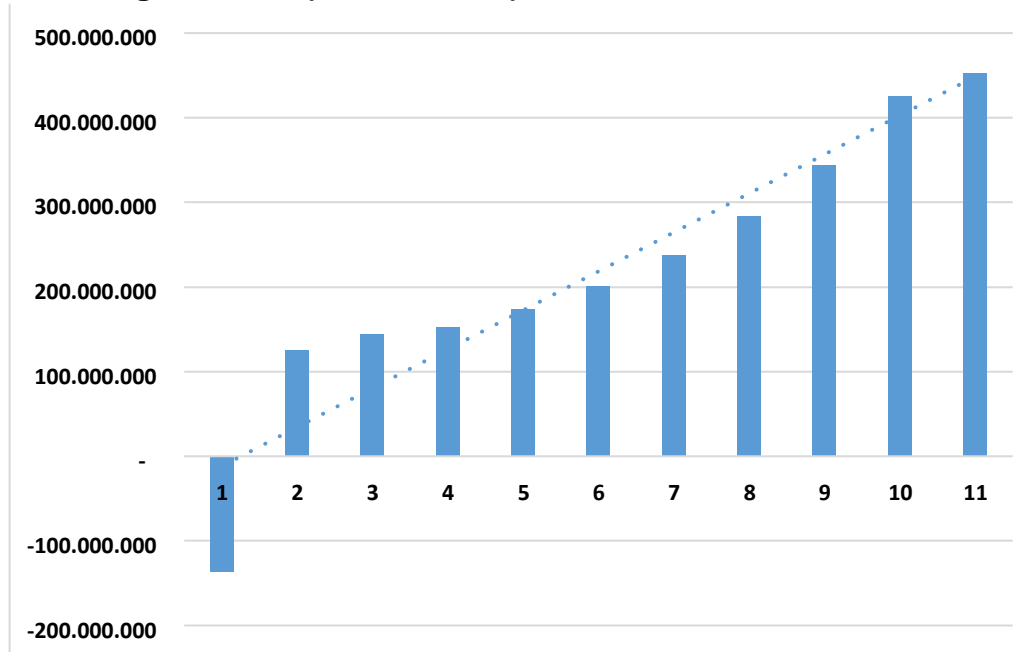
El flujo neto de caja es un importante indicador de liquidez, a continuación se muestra el flujo de caja neto del proyecto con y sin financiación bancaria, evidenciando, la recuperación de la inversión.



Fuente: Autores del Proyecto.

¹³ ORTEGA P, Armando. Contabilidad de Costos, México, Noriega Editores, 6ta Edición. 1997.

Figura 19. Flujo Neto De Caja Acumulado Sin Financiación



Fuente: Autores del Proyecto.

7.1.3. Período de Recuperación

Se calcula restando los flujos positivos anuales del proyecto del valor negativo de la inversión en el año cero y en el período en el cual este saldo se haga positivo, significa que se ha recuperado la inversión, en este caso, el saldo se hace positivo al inicio del cuarto año.

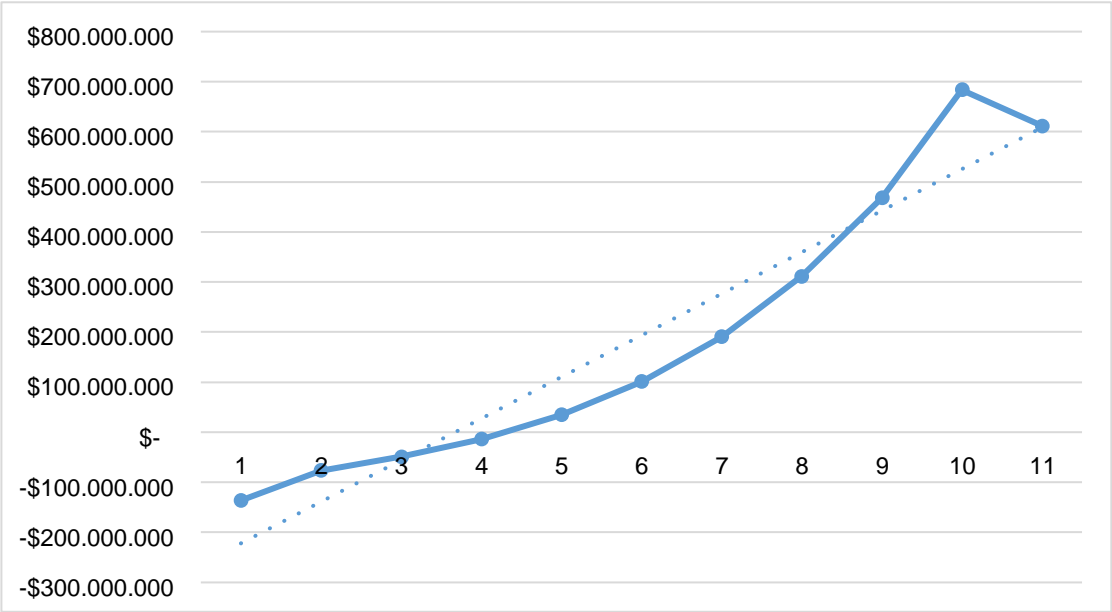
Tabla 47. Periodo de Recuperación

PERIODO DE RECUPERACIÓN		
Periodo posterior al campo de signo menos	Con Financiación	Sin Financiación
Periodo posterior al campo de signo menos	4	2
Valor absoluto del flujo acumulado ant.	13.708.941	11.000.516
Flujo de caja periodo siguiente	48.548.830	144.809.455
Periodo de recuperación o payback	4,28	2,08

Fuente: Autores del Proyecto

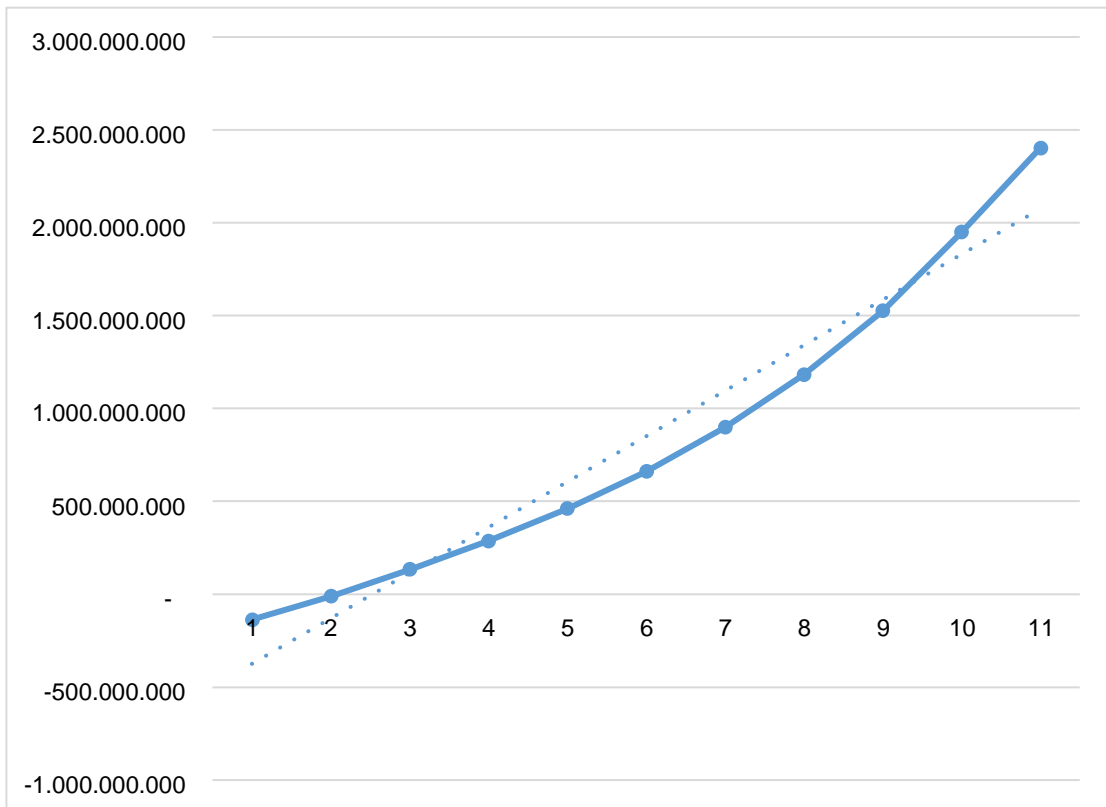
La nueva empresa productora y comercializadora de Biocarbón recuperará la inversión en 4.28 años, después de ese tiempo, obtendrá excedentes económicos a favor de la empresa.

Figura 20. Periodo de Recuperación Sin Financiación



Fuente: Autores del Proyecto.

Figura 21. Periodo de recuperación Financiación



Fuente: Autores del Proyecto.

8. SENSIBILIDADES DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

Para evaluar la vulnerabilidad del proyecto, se identifican las variables que determinan el éxito económico de la construcción del sistema de generación de biocabón.

- Inversión a bienes de capital
- Ventas

Inversión en bienes de capital

Se evalúa hasta que porcentaje pueden aumentar la inversión para que el proyecto siendo variable, considerando

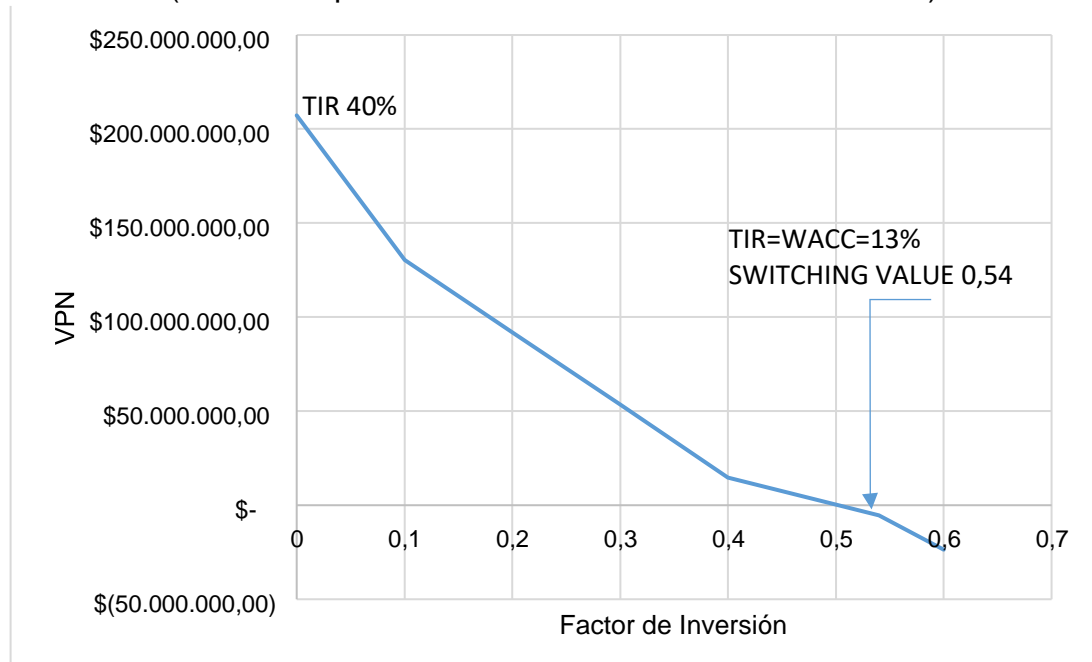
Tabla 48. Sensibilidad a la inversión

Sensibilidad a la inversión (Costo del "Sistema Pirolítico)		
FACTOR DE LA INVERSIÓN	VPN	TIR
Factor "1" x(inversión)	\$ 207.270.493,00	40%
Factor "0,2"x(inversión)	\$ 130.301.526,00	30%
Factor "0,3"x(inversión)	\$ 91.817.043,00	26%
Factor "0,4"x(inversión)	\$ 53.332.559,00	21%
Factor "0,5"(inversión)	\$ 14.848.076,00	15%
Factor "0,54"(inversión)	-\$ 5.445.717,00	13%
Factor "0,6"(inversión)	-\$ 23.636.407,00	9%

Fuente: Autores del Proyecto.

Figura 22. Sensibilidad a la Inversión

(El factor representa el % de Aumento en la Inversión)



Fuente: Autores del Proyecto.

- En la gráfica se define claramente que cuando el Valor Presente Neto es cero, solo se obtendrán los beneficios del WACC, ese punto crítico se llama switching value, en este caso es el porcentaje en que puede aumentar la inversión antes de que se vean reflejadas las pérdidas es de 54% en el costo del sistema de pirolisis BESTON GROUP.
- La curva es pronunciada lo que indica que la variación en costos en la construcción del sistema refleja una alta vulnerabilidad en cuanto al costo de inversión, y es posible un aumento del 54%, a causa del aumento en la TRM.
- Para controlar la variable y esperar que esto no ocurra se debe definir estrictamente las especificaciones técnicas de los equipos y materiales y mantenerse en el sistema de pirolisis para la compra.

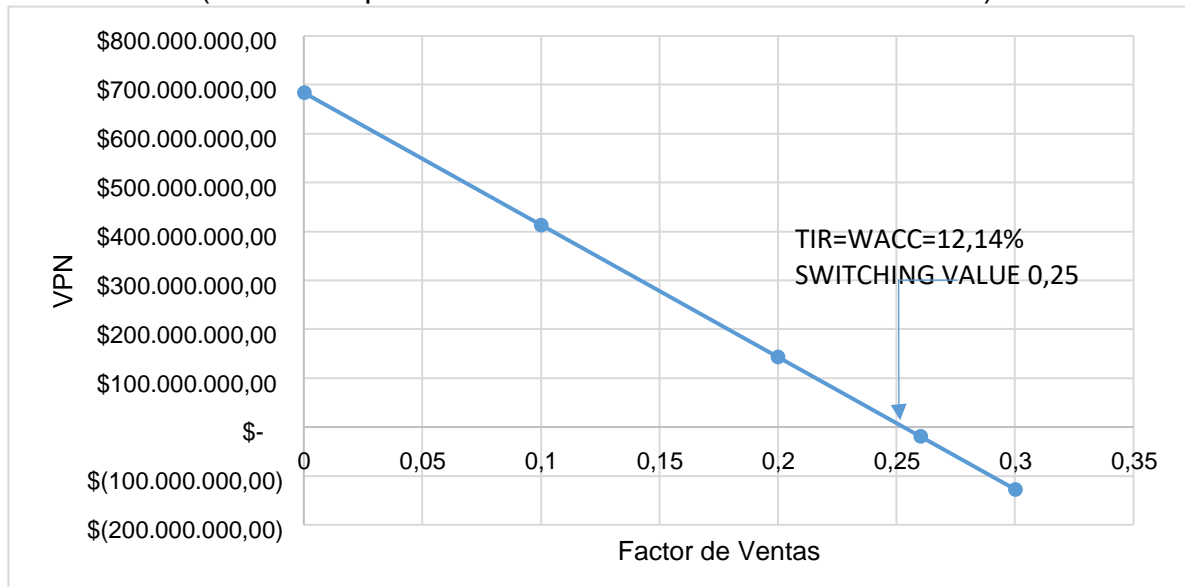
Tabla 49. Sensibilidad al porcentaje de ventas

Sensibilidad a la inversión (Costo del "Sistema Pirolítico)		
FACTOR DE LA INVERSIÓN	VPN	TIR
Factor "1" x(inversión)	\$ 207.270.493,00	40%
Factor "0,1"x(inversión)	\$ 413.558.180,00	29,5%
Factor "0,2"x(inversión)	\$ 143.167.821,00	19%
Factor "0,26"x(inversión)	-\$ 19.066.394,00	12%
Factor "0,3"(inversión)	-\$ 127.222.538,00	7%

Fuente: Autores del Proyecto.

Figura 23. Sensibilidad al porcentaje en ventas

(El factor representa el % en la reducción de las ventas)



Fuente: Autores del Proyecto

El gráfico muestra que el éxito de la inversión está principalmente al cumplimiento de las ventas proyectadas, si el porcentaje de ventas disminuye en un 25% del total de la capacidad de la planta, se ocasionarían pérdidas.

Es indispensable asegurar estrategias de venta, con el fin de asegurar la demanda del producto, debido a la alta sensibilidad a la rentabilidad de la planta.

CONCLUSIONES

- Para que el proyecto sea rentable debe alcanzar las ventas mínimas de 92% del total de su capacidad de su producción (Capacidad de producción 58.752 Sacos/año), si los ingresos recibidos son de ventas inferiores a éstas, la TIR será del 0% y el IVAN será de - 0,01 generando pérdidas en el año de 10 del proyecto.
- En el estudio técnico se determina que con un rendimiento del 34% registrado por el Sistema Integrado de Pirolisis, el proceso productivo es viable ya que se disponen más de catorce mil toneladas mensuales.
- Es indispensable asegurar estrategias de venta, con el fin de asegurar la demanda del producto, debido a la alta sensibilidad a la rentabilidad de la planta (25% de la capacidad de la planta).
- El sistema de generación de biocarbón por medio de hornos de pirólisis controlada con financiación representa una gran oportunidad de negocio registrando un VPN de \$ 207.270.493 COP y una TIR de 40%, en el caso de financiarse con una tasa del 13% claramente estas condiciones muestran valores atractivos para realizar la inversión, además hay creación de valor importante para el capital invertido y de rentabilidad.
- La variación en costos en la construcción del sistema refleja una alta vulnerabilidad, por tanto que es posible un aumento del 54%, a causa del aumento en la TRM para controlar la variable y esperar que esto no ocurra se debe definir estrictamente las especificaciones técnicas de los equipos y materiales y mantenerse en el sistema de pirolisis para la compra.

- Se recomienda indiscutiblemente que el proyecto se realice con financiación bancaria, pues la recuperación del dinero se genera en el año 2 de producción de la planta, mientras que en el caso de financiación con capital de socios la recuperación se haría hasta el año 4 disminuyendo la rentabilidad del negocio por efecto de la pérdida del valor del dinero a través del tiempo.
- La correcta aplicación del precio permitirá a la nueva planta ser competitiva durante los años de vida del proyecto. En este caso el precio mínimo de venta es de 17850 con un margen de contribución del 50%.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ettwig, K., Butler, M., Pelletier, E., Mangenot, S., Le Paslier, D., Kuypers, M., Strous, M. (2010). Nitrite-driven anaerobic methane oxidation by oxygenic bacteria. *Nature*, 543-550.
- [2] Lehmann, J.; Pereira da Silva, Jr; Nehls, T; Zech, W and Glaser, B. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal Amendments *Plant and Soil* 249 (2003): 343–357.
- [3] Carvajal Muñoz, Juan Sebastián, & Mera Benavides, Adriana Consuelo. (2010). Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. *Producción + Limpia*, 5(2), 77-96. Retrieved June 02, 2015.

- [4] Pengthamkeerati, P; Motavalli, PP; Kremer, RJ. 2011. Soil microbial activity and functional diversity changed by compaction, poultry litter and cropping in a claypan soil. *Applied Soil Ecology* 48(1):71-80.
- [5] HARGADON, Bernard, MUÑERA C. Armando. *Contabilidad de Costos*, Bogotá. Editorial Norma. 2da Edición, 1985.
- [6] KUSHELL, Jennifer. *Solo para Emprendedores*. Grupo Editorial Norma, Santafé de Bogotá, 2001.
- [7] MENDEZ, Carlos. *Metodología*. Editorial McGraw Hill Interamericana S.A., Santafé de Bogotá, 2001.
- [8] MORA ZAMBRANO, Armando. *Matemáticas Financieras*. Mc Graw Hill. Bogotá. 2da Edición. 2000.
- [9] ORTIZ A., Héctor., *Finanzas Básicas Para no Financieros*, Colombia, Thompson. 1era Edición. 2003.
- [10] ORTEGA P, Armando. *Contabilidad de Costos*, México, Noriega Editores, 6ta Edición. 1997.
- [11] PHILIP, Kotler. *Dirección de Mercadotecnia*, México, Editorial Prentice Hall, 8va Edición. 1996

- [12]Review of Pyrolysis Reactors. First Project Report. Department of Biological Systems Engineering and the Center for Sustaining Agriculture and Natural Resources, Washington State University, Pullman, WA, 137 pp.
- [13]Gaunt, J.L., Lehmann, J. (2008). "Energy balance and emissions associated with biochar sequestration and pyrolysis bioenergy production". *Environmental Science and Technology* 42, 4152-4158.
- [14]Hammes, K., RJ Smernick, JO. Skjemstad, A. Herzog, UF. Vogt, MWI. Schmidt. 2006. Synthesis and characterisation of laboratory-charred grass straw (*Oriza sativa*) and chesnut wood (*Castanea sativa*) as reference materials for black carbon quantification. *Organic Geochemistry*. 37: 1629-1633.
- [15]Hiller, E., A. Fargasova, L. Zemanova, M. Bartal. 2007. Influence of wheat ash on the MCPA immobilization in agricultural soils. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 78: 345-348.
- [16]Kimetu, J.M., J.Lehmann, S.O. Ngoze, D.N. Mugendi, J.M. Kinyangi, S. Riha, L. Verchot, J.W. Recha and A.N. Pell. 2008. Reversibility of soil productivity decline with organic matter of differing quality along a degradation gradient. *Ecosystems* 11: 726-739.
- [17]Laird, D.A., R. Brown, J. Amonette and J. Lehmann. 2009. Review of the pyrolysis platform for coproducing bio-oil and biochar. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*. 3:547-562. Wiley InterScience.

[18]Ettwig, K., Butler, M., Pelletier, E., Mangenot, S., Le Paslier, D., Kuypers, M., .Strous, M. (2010). Nitrite-driven anaerobic methane oxidation by oxygenic bacteria. *Nature*, 543-550.

[19]Asai, H., K. Benjamin, M. Haefele , S. Khamdok, H. Koki, K. Yoshiyuki, I. Yoshio, S. Tatsuhiko, and H. Takeshi. 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos: 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. *Field Crops Research* 111 (1-2):81-84.

[20]Antal Jr. M.J. and M. Grönli. 2003. The art, science, and technology of charcoal production. *Industrial and Engineering Chemistry Research* 42(8): 1619- 1640

[21] Baccile, N., M. Antonietti and M.M. Titirici. 2010. One-step hydrothermal synthesis of nitrogen-doped nanocarbons: Albumine directing the carbonization of glucose. *ChemSusChem* 3: 246-253.

[22] Baronti, S., G. Alberti, G. Vedove, F. Di Gennaro, G. Fellet, L. Genesio, F. Miglietta, A. Peressittu, F. Vaccari. 2010. The biochar option to improve plant yields: First results from some field and pot experiments in Italy. *Ital. J. Agron./Riv. Agron.* 2010 (5): 3-11.

[21] Benítez, T; Rincón, AM; Limón, MC; Codón, AC. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology* 7:249 - 260.

- [22] BRIDGEWATER, A.V. (2004). "Biomass fast pyrolysis". *Thermal Science* 8, 21-49.
- [23] Brick, S. 2010. *Biochar: assessing the promise and risks to guide U.S. Policy*. Natural resources defense council. U.S.A.
- [24] 2007. Improving wheat production with deep banded oil mallee charcoal in Western Australia. First Asia Pacific Biochar Conference, Terrigal, Australia.
- [25] Bol, S; Chuenchit, S; Petcharat, V. 2011. Evaluation of *Streptomyces* spp. for biological control of *Sclerotium* root and stem rot and *Ralstonia* wilt of chili pepper. *BioControl* 56(3):365-374.
- [26] Calabrese, EJ; Blain, RB. 2009. Hormesis and plant biology. *Environmental Pollution* 157(1):42-48.
- [27] Burbano, H. 2002. La enseñanza de la Ciencia del Suelo: Referentes para su análisis y proyección en Colombia. *Suelos Ecuatoriales*. 32(2) 335-340.
- [28] Carvajal Muñoz, Juan Sebastián, & Mera Benavides, Adriana Consuelo. (2010). Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. *Producción + Limpia*, 5(2), 77-96. Retrieved June 02, 2015.
- [29] Cayuela, M.L., P.J. Kuikman, O. Oenema, R.R. Bakker, J.W. Groenigen. 2010. Bioenergy residues and biochar as soil amendments:

- [30] Climate-relevant and N dynamics during decomposition in soil. Use of manures and organic wastes to improve soil quality and nutrient balances.
- [31] Chan, KY; Van Zwieten, L; Meszaros, I; Downie, A; Joseph, S. 2007. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Australian Journal of Soil Research* 45(8):629.
- [32] Chan, KY; Zwieten, LV; Meszaros, I; Downie, A; Joseph, S. 2008. Using poultry litter biochars as soil amendments. *Australian Journal of Soil Research* 46:437- 444.
- [33] Chan, K.Y., Xu, Z., 2009. Biochar: Nutrient properties and their enhancement. In: *Biochar for Environmental Management: Science and Technology* (Lehmann, J. & Joseph, S. ed.) .
- [34] Cheng, C-H, Lehmann, J., Thies, J., Burton, S.D., Engelhard, M.H., 2006. Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. *Organic Geochemistry* 37: 1477-1488.
- [35] Cheng, C. and J. Lehmann. 2009. Ageing of black carbon along a temperature gradient. *Chemosphere* 75, 1021-1027.
- [36] Cornelissen, G., V. Martinsen, V. Shitumbanuma, V. Alling, G. Breedveld, D. Rutherford, M. Sparrevik, S. Hale. 2013. Biochar Effect on

- [37] Maize Yield and Soil characteristics in five conservation farming sites in Zambia. *Agronomy* 2013, 3:256-274.
- [38] CORDOBA PADILLA, Marcial. *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Ecoe Ediciones Ltda., Bogotá, D. C, 2008.
- [39] Demirbas Ayhan, 2004. Effects of temperature and particle size on bio-char yield from pyrolysis of agricultural residues.
- [40] Demirbas, A. (2006). "Production and characterization of bio-chars from biomass via pyrolysis". *Energy sources Part a* 28, 413-422.
- [41] Demirbas, M.F. 2009. Biorefineries for biofuel upgrading: A critical review. *Applied Energy* 86: S151-S161.
- [42] Downie, A., Crosky, A., Munroe, P., 2009. Physical properties of biochar. In: *Biochar for Environmental Management: Science and Technology* (Eds. Lehmann, J. & Joseph, S.), Earthscan.
- [43] Downie, A., Klatt P., Downie R., Munroe P. 2007. Slow pyrolysis: Australian demonstration plant successful on multi-feedstocks. *Bioenergy 2007 Conference*, Jyväskylä, Finland.
- [44] FREIRE, Andy. *Pasión por emprender*. Colombia: Ed norma. 2008

- [45] Mašek, O. and Brownsort, P. 2011. Biochar production. In: An assessment of the benefits and issues associated with the application of biochar to soil. Shackley, S. and Sohi, S. edit. UK Biochar Research Centre.
- [46] Mills, E. 2012. Weighing the risks of climate change mitigation strategies. *Bulletin of the Atomic Scientists* 68(6) 67-78.
- [47] McElligott, K., (2011). Biochar amendments to forest soils: effects on soil properties and tree growth. Germany.
- [48] Novak, J.M., W.J. Busscher, D.W. Watts, D.A. Laird, M.A. Ahmedna, M.A.S. Niandou. 2010. Short-term CO₂ mineralization after additions of biochar and switch grass to a typic kandiudult. *Geoderma* 154: 281-288.
- [49] Orbegozo, Ander. 2013. Efectos de la aplicación de biochar en el modelo jerárquico de agregación de un suelo forestal bajo condiciones oceánicas.
- [50] Pengthamkeerati, P; Motavalli, PP; Kremer, RJ. 2011. Soil microbial activity and functional diversity changed by compaction, poultry litter and cropping in a claypan soil. *Applied Soil Ecology* 48(1):71-80.
- [51] Qiu, S., A.J. McComb, and R.W. Bell. 2008. Ratios of C, N and P in soil water direct microbial immobilization–mineralization and N availability in nutrient amended sandy soils in southwestern Australia. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127: 93-99.

- [52] Regmi, P., Moscoso, J. L. G., Kumar, S., Cao, X. Y., Mao, J. D., and Schafran, G.: Removal of copper and cadmium from aqueous solution using switch grass biochar produced via hydrothermal carbonization process, *J. Environ. Manage.*, 109, 61e69 (2012).
- [53] Sadaka, S. and Eng, P. 2007. 2. Pyrolysis. Center for sustainable environmental technologies. Department of agricultural and biosystems engineering. Iowa State University. Nevada.
- [54] SAPAG CHAIN, Nassir. Preparación y Evaluación de Proyectos. Santiago, Ed. Graw Hill, 4ta Edición. 2002.
- [55] Schmidt, M.W.I. and A. G. Noack. 2000. Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications, and current challenges. *Global Biogeochem. Cycles*. 14, 777–794
- [56] Sohi, S.P., Krull, E., Lopez-Capel, E., Bol, R., (2010). A review of biochar and its use and function in soil. *ADVANCES IN AGRONOMY*, Vol. 105, pp.47-82.
- [57] Sohi, S., Lopez-Capel, E., Krull, E. & Bol, R. (2009). Biochar's roles in soil and climate change: A review of research needs. *CSIRO Land and Water Science Report 05/09*, 64.
- [58] Shrestha, G., S.J. Traina and C.W. Swanston. 2010. Black carbon's properties and role in the environment: A comprehensive review. *Sustainability 2*: 294-320. [59]

Steiner, C., 2004 Biochar carbon sequestration. University of Georgia, Biorefining and Carbon Cyclin program.

[60] Steiner, C; Das, KC; Garcia, M; Förster, B; Zech, W. 2008. Charcoal and smoke extract stimulate the soil microbial community in a highly weathered xanthic Ferralsol. *Pedobiologia* 51(5-6):359-366.

[61] Steiner, C., K.C. Das, N. Melear and D. Lakely. 2010. Reducing nitrogen loss during poultry litter composting using biochar. *Journal of Environmental Quality* 39:1236-1242.

[62] Smith, N.J. H. 1980. Anthrosoles and human carrying capacity in Amazonia. *Annals of the Association of American Geographers* 70: 553-566.

[63] Woods, W.I. 2004. Development of Anthrosol Research. In: *Amazonian Dark Earths*. Lehman, J., Kern, D.C., Glaser, B. and Woods, W.I. (Ed.). Kluwer Academic Publishers. USA.

[64] ZAPATA S, Pedro. *Contabilidad General*, Colombia, Mc Graw Hill, 3era Edición. 1999.

[65] ICONTEC, *Normas Técnicas para la Presentación de Trabajos de Investigación* Santafé de Bogotá, 2008.

INTERNET

CAMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA www.sintramites.com

DANE. www.dane.gov.co

INTRODUCCION A LA ADMINISTRACION.
<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocuc/eehh/codetiade.htm>

MARKETING FREE. <http://www.marketing-free.com>

Biblioteca UIS, catalogo bibliográfico, tesis de grado, palabra clave: factibilidad
www.uis.edu.co