



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA,**



**Aplicación de Biosólidos obtenidos en la PTAR de Becerril para restauración de suelos
degradados por la agricultura tradicional en la Finca Villa Alba-San José de Oriente
(La Paz) Cesar**

David Enrique Viña Luque

Jorge Luis Navas Mercado

**Universidad popular del Cesar
Facultad de Ingenierías y Tecnologías
Departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Valledupar – Cesar
2022**



Aplicación de Biosólidos obtenidos en la PTAR de Becerril para restauración de suelos degradados por la agricultura tradicional en la Finca Villa Alba-San José de Oriente (La Paz) Cesar

Proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario

Autores:

David Enrique Viña Luque

Jorge Luis Navas Mercado

Director: Héctor Heli Segura Orozco.

**Universidad popular del Cesar
Facultad de Ingenierías y Tecnologías
Departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Valledupar – Cesar
2022**

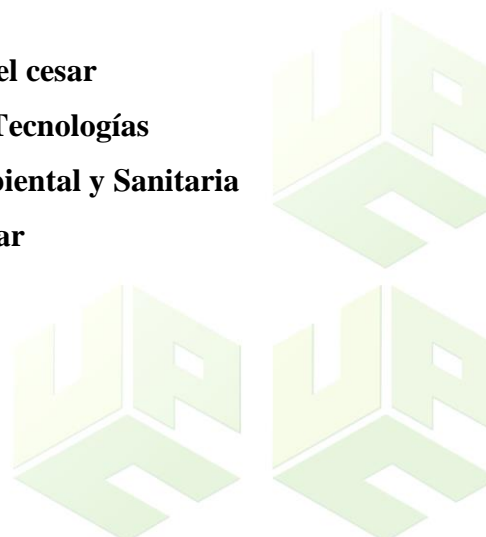




Tabla de contenido

Introducción	8
1. Planteamiento del problema.....	10
1.1. Formulación del problema	12
2. Justificación	13
3. Objetivos	15
4. Marco referencial	16
4.1. Antecedentes de la investigación	16
4.1.1. Internacional	16
4.1.2. Nacional	17
4.1.3. Local	19
4.2. Marco teórico	20
4.2.1. Suelo	20
4.2.2. Perfil del Suelo.....	21
4.2.3. Degradación de suelos en Colombia.....	22
4.2.4. Restauración, mejoramiento o recuperación de suelos degradados.....	24
4.2.5. Aguas residuales	24
4.2.6. Tipos de sistemas de tratamiento de aguas residuales	25
4.2.7. Biosólidos	25
4.2.8. Clasificación de los biosólidos.....	26
4.2.9. Factibilidad del uso de los biosólidos	26
4.2.10. Alternativas de aprovechamiento de los biosólidos	27

4.3.	Marco conceptual	28
4.4.	Marco contextual.....	30
4.4.1.	Municipio de La Paz	30
4.4.2.	Finca Villa Alba.....	32
4.5.	Marco legal.....	33
4.6.	Marco institucional.....	35
4.6.1.	Información general	35
4.6.1.1.	Organigrama.....	37
5.	Marco metodológico	38
5.1.	Tipo de investigación	38
5.2.	Línea y sublínea de investigación	38
5.3.	Población.....	38
5.4.	Muestra.....	39
5.5.	Desarrollo metodológico	39
5.5.1.	Etapa 1: Identificar las características fisicoquímicas del suelo degradado y el biosólido.....	39
5.5.3.	Etapa 3: Establecer los cambios obtenidos después de la aplicación de la mezcla de biosólidos en el suelo degradado.	44
6.	Análisis de resultados	45
6.1.1.	Etapa 1: Identificación de las características fisicoquímicas del suelo degradado y el biosólido.....	45
6.1.3.	Etapa 3: Establecimiento de los cambios obtenidos después de la aplicación de la mezcla de biosólidos en el suelo degradado.	60



7. Conclusiones	69
8. Recomendaciones	71
Bibliografía	72
Anexo A. Informe laboratorio Finca Vila Alba	77
Anexo B. Informe de laboratorio parametros fisicoquimicos Finca Villa Alba despues de aplicado Biosolido.....	79
Anexo C. Informe de parametros fisicoquimicos PTAR Becerril	81





Lista de Figuras

Figura 1 Tipos de degradación del suelo	23
Figura 2 Ubicación Geográfica La Paz-Cesar	31
Figura 3 Vista Satelital Finca Villa Alba.....	32
Figura 4 Organigrama Empresa de Servicios Públicos de Becerril - EMBECERRIL E.S.P.	37
Figura 5 Ubicación de los bloques y tratamientos	42
Figura 6 Finca Villa Alba	46
Figura 7 Resultados obtenidos parámetros PH	49
Figura 8 Resultados obtenidos parámetros textura	51
Figura 9 Resultados obtenidos parámetros de Fosforo total.....	52
Figura 10. Resultados obtenidos parámetros de Fosforo total.....	52
Figura 11 Resultados obtenidos parámetros de Fosforo total.....	53
Figura 12 Sistema de tratamiento de Aguas residuales EMBECERRIL ESP	55
Figura 13 Laguna Facultativa EMBECERRIL ESP	55
Figura 14 Bloques aplicación de biosolido.....	58
Figura 15. Aplicación del Biosolido	59
Figura 16. Aplicación del Biosolido en la zona de estudio	60
Figura 17. Análisis pH final.....	62
Figura 18. Análisis Humedad final	63
Figura 19 Análisis Humedad final	64
Figura 20. Análisis Nitrógeno final	65



Figura 21. Análisis Fosforo total final 66

Lista de Tablas

Tabla 1 Normatividad Vigente..... 33

Tabla 2 Información General del Prestador 35

Tabla 3. Características Fisicoquímicas del suelo de la finca Villa Alba 48

Tabla 4. Cantidades de limo, arcilla y arena presente en la muestra de suelo 50

Tabla 5 Concentración microbiológica del Biosólido..... 56

Tabla 6. Concentraciones físico-químicas del biosólidos 57

Tabla 8. Análisis de parámetros fisicoquímicos Finca Villa Alba antes y después de aplicación de Biosólidos vs los parámetros permisibles de la calidad del suelo 61





Introducción

Debido a los cambios en los factores ambientales, sociales y culturales, ocasionados en la Finca Villa Alba-San José de Oriente(La Paz) Cesar debido a la degradación del suelo, que a su vez ha tenido una serie de efectos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. a través de esta investigación se hace necesario evaluar los efectos más relevantes en el suelo con cambios principalmente en la materia orgánica, acidez o pH, efectos biológicos, estabilidad estructural, porosidad y cambios en la nutrición total del suelo. Es por ello, que es ineludible conocer los efectos sobre este recurso y cómo restaurarlo, ya que el suelo posee valores ecosistémicos, que brinda una gran cantidad de servicios naturales a la sociedad y es el componente principal de la tierra, las cifras de deterioro de este ingrediente empiezan a ser alarmantes.

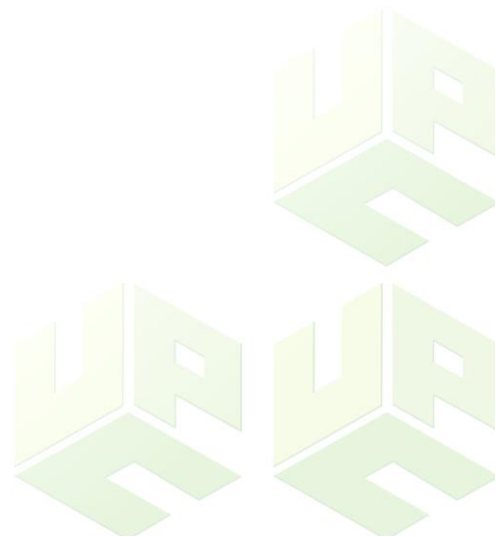
Por consiguiente, considerando el importante problema de pérdida de fertilidad y condiciones físicas del suelo en esta área de estudio, se busca una alternativa que mejore estas condiciones actuales y que esté disponible para su uso en otras zonas de nuestro departamento. Es por ello, que utilizando un residuo orgánico de la PTAR de Becerril denominado Biosólido, actualmente, con esta investigación se pretende identificar las propiedades físicas y químicas del suelo degradado, el objetivo fundamental es de reconstruir la función y estructura del área perturbada, lo que se debe a sus resultados positivos en la reparación de secuelas y su espacio temporal con la recuperación del suelo.

En concordancia con lo anterior, al utilizar esta técnica, evaluamos los biosólidos como una importante proporción de elementos fertilizantes de gran valor agronómico, ya que la presencia de microorganismos implica que su aplicación directa sin tratamiento previo represente amenaza para la salud humana y biótica; los cultivos y los ecosistemas del suelo y agua en general. Es por ello, que la utilización agrícola de biosólidos es una práctica altamente empleada en países en desarrollo como enmiendas o fertilizantes, dado que mejoran la estabilidad estructural y otras características físicas y químicas del suelo por su alto contenido de materia orgánica y de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio.



No obstante, esta investigación tuvo como propósito evaluar el efecto de la aplicación de biosólidos sobre propiedades de un suelo degradado por agricultura, evaluado a través de la revisión bibliográfica relacionada con la producción de biosólidos, tratamientos empleados para su estabilización y normatividad relacionada con éstos; también se hace referencia a algunos conceptos básicos sobre la ciencia del suelo especialmente en las características físico-químicas y su relación con la aplicación de materia orgánica, y por último; posteriormente se describe la metodología empleada desde la ubicación del experimento, labores culturales, la toma de muestras para las diferentes variables respuesta y el análisis de los parámetros al aplicar el Biosólido.

Finalmente, se muestran los resultados obtenidos y su respectivo análisis, para posteriormente presentar las conclusiones y recomendaciones para investigaciones futuras implementando el uso de Biosólidos para recuperación de suelos.





1. Planteamiento del problema

El suelo es un recurso natural con gran importancia ecosistémica, que permite proveer a la sociedad gran cantidad de servicios naturales y es el componente principal de la tierra, por lo tanto, su protección y cuidado es primordial para el desarrollo de la sociedad; teniendo en cuenta que nuestro país contamos con gran cantidad de suelos ricos y fértiles, que en la actualidad se ha vuelto alarmante la cifras de deterioro de este componente.

En Colombia, según el mapa de usos del suelo deducido del estudio de cobertura de la tierra, se tienen cerca de 2.078.094 hectáreas como territorios exclusivamente agrícolas; relacionado con el grado de erosión, solamente el 7% del área no presenta degradación de suelo por erosión, por lo cual se puede asumir que donde hay agricultura, hay algún grado de erosión (IDEAM, 2015).

En el departamento del Cesar tal como lo plantea Sánchez (2017) *“tiene uno de los suelos con más degradación por erosión: el 81,9 % de los suelos del departamento. De ese porcentaje, 0,27 % es degradación muy severa y 11,6 % severa. Existen focos de erosión en la mayoría de los municipios del Cesar, especialmente en los del noroccidente, como El Paso, Bosconia, El Copey, Agustín Codazzi y Becerril”*

De acuerdo a la situación que se vive en gran parte del departamento, al norte se encuentra la Finca Villa Alba, ubicada en San José de Oriente, cerca del Municipio de La Paz, es un área que se ha visto afectada por los usos de cultivos de café y papa propios de esta región, que con el paso del tiempo y por la acción de malas prácticas, ha causado pérdidas de propiedades físicas y biológicas; sumando que esta es una zona de clima seco, aumenta los índices de desertificación.



Adicionalmente muchas de estas tierras no son usadas de acuerdo a su vocación lo que aumenta o acelera estos procesos de degradación y tiende a suceder en esta zona del departamento, de acuerdo a lo expuesto por Sánchez (2017) *“El 63 % es de tierras productivas (28 % con vocación agrícola, 8 % con vocación agroforestal, 10 % con vocación ganadera y 17 % con vocación forestal), un 32 % son áreas prioritarias para la conservación y 5 % áreas de protección legal, sin embargo, en Cesar solo un 36 % de las tierras presenta usos adecuados en relación con su vocación natural”*

Teniendo en cuenta esta problemática significativa de la pérdida de fertilidad y física de las condiciones de los suelos, se busca el uso de una alternativa que mejore estas condiciones actualmente en el área de estudio y que permita ser usada en otras zonas de nuestro departamento, se optó por el uso de uno de los residuos orgánicos, producidos en la Planta de Aguas Residuales de Becerril, denominado Biosólido, donde en la actualidad, no existen implementado ningún programa o acciones que permita un aprovechamiento o disposición final de este desecho.

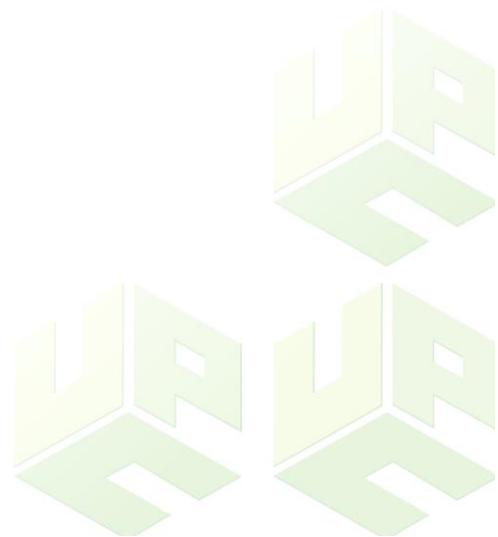
Cabe destacar que los Biosólidos al ser un residuo, tiene componentes contaminantes, de acuerdo a lo expuesto por Vélez (2007), el término contaminante en su legislación sobre utilización de lodos, es definido como un organismo patógeno, que al tener contacto con un organismo por vía dérmica, ingestión o inhalación, directamente del medio ambiente o a través de la cadena alimenticia, pueda causar la muerte, inducir cáncer, producir enfermedades, alteración del comportamiento, mutaciones genéticas, entre otras.



Finalmente, con este proyecto de investigación se busca encaminar a la resolución de dos problemáticas ambientales en la zona norte del departamento, tal como la degradación del suelo junto con un adecuado aprovechamiento de biosólidos, que por lo general no existen actividades encaminadas que realicen una correcta disposición final, por lo tanto, es una alternativa que permita a pequeños agricultores mejorar la fertilidad y recuperación de sus suelos con una alta viabilidad técnica y económica.

1.1. Formulación del problema

¿Que efecto tiene la aplicación de los biosólidos obtenidos en la PTAR de becerril para restauración de suelos degradados por la agricultura tradicional en la finca Villa Alba-San Jose de oriente(La Paz) Cesar?





2. Justificación

Colombia a pesar de ser un país megadiverso, con el paso del tiempo se ha visto afectado significativamente por los impactos negativos medioambientales, productos principalmente de las actividades económicas por parte de la sociedad, el suelo es uno de los componentes con mayor importancia en el desarrollo humano, pero que su degradación y pérdida va siendo creciente con el paso de los años.

La erosión laminar, que es la clase dominante en el país, afecta a 32.678.635 hectáreas, (28.6%) se relaciona con la pérdida del horizonte orgánico, hábitat de la mayor biodiversidad y garante de resistencia y resiliencia de los suelos frente a los efectos adversos de la variabilidad y cambio climático (IDEAM, 2015).

Tal como lo plantea el IDEAM la degradación del suelo afecta muy directamente a la productividad de estos suelos, teniendo en cuenta que el Cesar un departamento, donde la actividad agropecuaria es pilar fundamental de la economía se le debe garantizar a las familias que depende de estas actividades acciones que permitan el cuidado hacia este componente y que permita prevalecer la calidad con el paso del tiempo.

Por lo tanto, en busca de mitigar estos impactos que se han visto en gran parte en la Finca Villa alba, nace la alternativa del uso de los biosólidos tomados de la PTAR de Becerril, como enmienda orgánica para la recuperación de los suelos, de acuerdo a lo expuesto por Guacaneme & Barrera (2017) *“los biosólidos aportan materia orgánica, macro y micronutrientes, aumentan la*

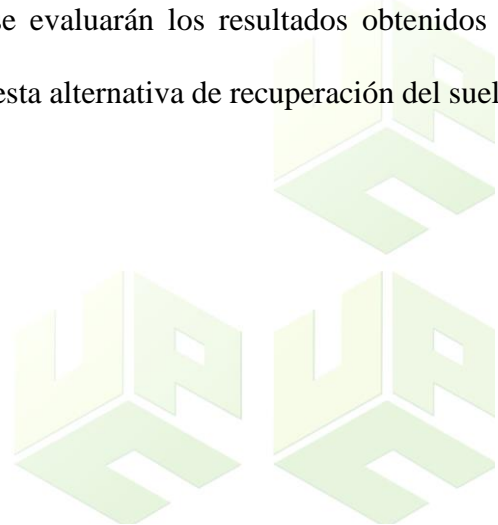


capacidad de intercambio catiónico, la porosidad, la retención hídrica, e incrementan el pH de los suelos ácidos y agilizan el establecimiento vegetal, lo cual minimiza los procesos erosivos”.

Adicionalmente de los beneficios en las propiedades físicas y químicas del suelo esta metodología, tiene una viabilidad técnica y económica mayor frente a otras, debido al fácil acceso de este tipo de lodos, sumando el hecho que es una alternativa de aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos en las PTAR.

El uso de biosólidos como restaurador parcial o total de suelos presenta grandes beneficios comparado con el uso de abonos químicos o los subproductos de actividades extractivas (tierra negra), ya que al ser un subproducto de la descontaminación de agua lo hace de muy bajo costo y no hay mayor demanda de recursos naturales (Urrego, 2014).

Para el desarrollo de la investigación primeramente se realizará un reconocimiento de las características físico-químicas del suelo degradado para la zona de estudio y del biosólidos, posterior a esto y de acuerdo a los resultados obtenidos se determinarán las proporciones de la mezcla entre los lodos y el suelo, donde, finalmente se evaluarán los resultados obtenidos y determinar los cambios en las propiedades del suelo con esta alternativa de recuperación del suelo degradado por la agricultura.





3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Aplicar biosólidos obtenidos en la PTAR de Becerril para restauración de suelos degradados por la agricultura tradicional en la finca Villa Alba-San José de Oriente (La Paz) Cesar

3.2. Objetivos específicos

- Identificar las características físico-químicas del suelo degradado y el biosólido.
- Definir las acciones para la aplicación del biosólido en la finca Villa Alba-San José de Oriente
- Establecer los cambios obtenidos después de la aplicación de la mezcla de biosólidos en el suelo degradado.





4. Marco referencial

4.1. Antecedentes de la investigación

4.1.1. Internacional

(Rosa, 2018), *Cambios de las propiedades fisicoquímicas del suelo en las laderas del cerro Concacucho post forestación en la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima*, El objetivo del trabajo fue estimar el impacto de la forestación en las propiedades fisicoquímicas de suelos áridos de las laderas del cerro Concacucho Ñaña, Lima. Se analizaron parámetros del suelo y se calculó el índice de calidad de suelo (ICS) en comparación con la zona control. El área de investigación está ubicada a la altura del Km 19.5 de la carretera central, en la municipalidad de Lurigancho – Chosica, específicamente dentro del campus de la Universidad Peruana Unión. Al área total forestada se dividió en dos lotes y se tomó un tercer lote como zona control a un área donde no hubo intervención, perteneciente al mismo sistema del cerro, a cada lote se subdividió en cinco zonas representativas y se realizaron calicatas para sacar las muestras de los suelos.

(Cordero, 2015), *Respuesta ecofisiológica de Caesalpinia spinosa (Mol.) Kuntze a condicionantes abióticos, bióticos y de manejo, como referente para la restauración y conservación del bosque de nieblas de Atiquipa (Perú)*, El objetivo general de esta tesis es valorar la respuesta ecofisiológica de tara a condicionantes que pueden beneficiar o limitar su supervivencia y desarrollo y, por tanto, afectar a la capacidad de regeneración natural de los bosques de tara. En último término, el objetivo es establecer criterios de referencia que puedan ayudar en la toma de decisiones para la conservación y la restauración ecológica de las zonas



degradadas del bosque de las lomas de Atiquipa y otros bosques de tara, El ecosistema de estas lomas produce múltiples bienes y servicios, pero la sobreexplotación de recursos a lo largo del tiempo ha provocado la deforestación del bosque reduciendo la cobertura al ~10 % de su superficie original, y dejando a la población en situación precaria y a este frágil ecosistema en peligro de desaparición

4.1.2. Nacional

(Guacaneme & Barrera, EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS, COMO ENMIENDA ORGÁNICA, EN LA RECUPERACIÓN DE UN SUELO DISTURBADO POR ACTIVIDAD EXTRACTIVA EN LA CANTERA DE SORATAMA, LOCALIDAD DE USAQUÉN, BOGOTÁ, 2017)*Efecto de la aplicación de Biosólidos, como enmienda orgánica, en la recuperación de un suelo disturbado por actividad extractiva en la cantera de Soratama, localidad de Usaquén, Bogotá*, El objetivo de esta investigación fue evaluar durante nueve meses, el efecto del biosólido en la recuperación de las propiedades físicas y químicas de un suelo disturbado por actividad extractiva. Para ello, se efectuó un diseño experimental de una vía con tres niveles y tres repeticiones más el control, para un total de 12 parcelas (c/u 18 m) dispuestas completamente al azar en el terreno. Se implementaron tratamientos volumen/volumen de estéril - biosólido de la siguiente manera: un tratamiento control sin contenido de biosólido (1:0) y tres tratamientos con contenido de biosólido en las proporciones 8:1 (T1) 4:1 (T2) y 2:1 (T3). Los resultados mostraron que la adición del biosólido como enmienda orgánica, incrementó de manera



proporcional los contenidos de carbono orgánico, pH, nitrógeno, fósforo, capacidad de intercambio catiónico, bases totales, humedad y porosidad del suelo, de acuerdo a las dosis aplicadas.

(Torres, Silva, Parra, Cerón, & Madera, 2015), *Influencia de la aplicación de biosólidos sobre el suelo, la morfología y productividad del cultivo de caña de azúcar*, En esta investigación, se evaluó, durante un periodo de doce meses y en escala piloto, la influencia de la aplicación de biosólidos de una planta de tratamiento de aguas residuales sobre la calidad del suelo, las características morfológicas de la planta, la calidad del producto reflejada en grados *brix*, sacarosa y azúcares reductores y la productividad en términos de toneladas por hectárea, de un cultivo de caña de azúcar. El estudio, se realizó en una modalidad de bloques completos al azar con 3 tratamientos: suelo sin aplicación de nutrientes y fertilización mineral y con aplicación de biosólidos, con 3 réplicas por tratamiento. Se encontró que la aplicación de los biosólidos no alteró la calidad microbiológica y parasitológica del suelo, en cuanto a variables de interés sanitario. Las concentraciones de materia orgánica, nitrógeno mineral, fósforo y potasio, estuvieron dentro de los rangos típicos de los suelos del Valle del Cauca; las características morfológicas de la planta también se encontraron en el rango típico de la variedad empleada y en el rendimiento del cultivo respecto a sacarosa, grado *brix* y azúcares reductores.

(Urrego, 2014), *Guía para el uso de Biosólidos en recuperación de suelos disturbados*, el presente trabajo demuestra la posibilidad del uso de biosólidos generados en la Planta de Tratamiento de Agua Residuales de la ciudad de Bogotá como enmienda orgánica para suelos que han sido afectados por actividades extractivas, recopila información que evidencia la factibilidad



de dichos usos tal como estudios o análisis de laboratorios y relaciona experiencias alrededor de ellos, igualmente deja unas líneas generales a seguir una vez salga el Decreto por el cual se establecen los criterios de calidad para el uso de los Biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en Colombia.

4.1.3. Local

(CORPOCESAR, 2020), *Restauración Ecológica Integral del Cesar: “Por la Resiliencia Climática y la sostenibilidad económica Territorial”*, este plan contempla la trascendencia de la residencia territorial como estrategia ante los escenarios climáticos globales, las condiciones ambientales regionales, la vulnerabilidad territorial existente, y las diferentes amenazas que en general impactan sobre la oferta de bienes y servicios ambientales demandados, perturbando los ecosistemas y contribuyendo a la degradación de las cinco (5) Ecorregiones estratégicas que conforman el territorio departamental del Cesar, plataforma de tales servicios y el capital natural de la Economía ambiental departamental y su Producto interno Bruto. Es así como, todos los programas y proyectos que conforman las acciones operativas del Plan, están planificadas para que, a través de sus metas, se logre alcanzar una gestión dinamizadora del estado de los Recursos Naturales.

(Díaz, 2017) *Remediación de suelos alterados por actividad de minería del carbón a cielo abierto, mediante aplicación de Biochar procedente de residuos Biomásicos de la palma de aceite en la zona carbonífera del departamento del Cesar*, el presente trabajo contribuye a profundizar en el conocimiento científico de los suelos mineros en la Zona Carbonífera del Departamento del



Cesar y en el aprovechamiento del Biochar obtenido a partir de residuos del cultivo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) y su aplicación como enmienda para remediar propiedades físicas y químicas de suelos mineros, de igual manera aborda la revisión de la literatura en cuanto a la problemática planteada por la minería de carbón a cielo abierto en la afectación del recurso suelo. En este aparte se tienen en cuenta problemáticas como la compactación, erosión, pérdida y deficiencia de nutrientes, lixiviación de metales como el aluminio, hierro, manganeso, cobre y cinc. Presencia de sales eflorescentes, acidez, pérdida y disminución de microorganismos.

(CORPOCESAR, 2016), *Identificación, formulación e implementación de medidas integrales para la conservación y recuperación del recurso suelo*, la presente estrategia busca asegurar la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales a través del reconocimiento de la biodiversidad y sus servicios eco sistémicos como base para el desarrollo del país, propendiendo por la disminución de conflictos en el uso del territorio. En definitiva, con el proyecto que planteamos aquí en el Departamento del Cesar, se pretende estudiar la viabilidad de la cría en cautividad de diferentes especies de escarabajos presentes en dicho Departamento, a la vez que investigar su función de mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo mediante experimentos controlados in situ y ex situ.

4.2. Marco teórico

4.2.1. Suelo

El suelo es aquella delgada capa, de pocos centímetros hasta algunos metros de espesor, de material terroso, no consolidado, que se forma en la interfase atmósfera – biosfera – litosfera. En



ella interactúan elementos de la atmósfera e hidrosfera (aire, agua, temperatura, viento, etc.), de la litosfera (rocas, sedimentos) y de la biosfera y se realizan intercambios de materiales y energía entre lo inerte y lo vivo, produciéndose una enorme complejidad (Jaramillo, 2002).

4.2.2. Perfil del Suelo

Cuando se expone el perfil de un suelo, la mayoría de las veces aparece una serie de porciones aproximadamente paralelas entre sí y a la superficie del terreno; cuando estas porciones se están diferenciando entre sí, debido a que sus características son el resultado de la pedogénesis, reciben el nombre de horizontes genéticos, o simplemente horizontes del suelo; si la diferenciación observada no se debe a la pedogénesis, las porciones observadas se nombran capas (Jaramillo, 2002).

Se define 6 horizontes o capas maestros en el suelo, los cuales simboliza con las letras mayúsculas: O, A, E, B, C y R (Jaramillo, 2002).

- **HORIZONTES A** Son horizontes minerales que se encuentran en la superficie del terreno o por debajo de un horizonte o capa O, si no son enterrados
- **HORIZONTE E** Es un horizonte mineral que se caracteriza por presentar pérdidas de arcillas y/o sesquióxidos de Fe y Al, generando una acumulación de partículas de arena y limo; generalmente está debajo de horizontes o capas O y A y sobre horizontes B; normalmente, presenta colores más claros y texturas más gruesas que los horizontes A y B, que lo confinan



- **HORIZONTES B** Son horizontes minerales que se desarrollan por debajo de alguno de los horizontes descritos anteriormente. En éstos se ha perdido casi todo vestigio de la estructura original del material parental
- **HORIZONTES Y CAPAS C** Son horizontes o capas que han sido muy poco afectados por procesos pedogenéticos; en las capas C se incluyen sedimentos, saprolitos y fragmentos de roca poco consolidados, que exhiben baja a moderada resistencia a la excavación
- **CAPAS R** Este concepto se reserva para las rocas duras, las cuales dificultan excesivamente su excavación, aunque pueden ser fragmentadas con equipos pesados. En la Figura 5.1 se presentan algunos perfiles de suelos en los que pueden verse varios de los horizontes maestros más comunes en nuestros suelos.

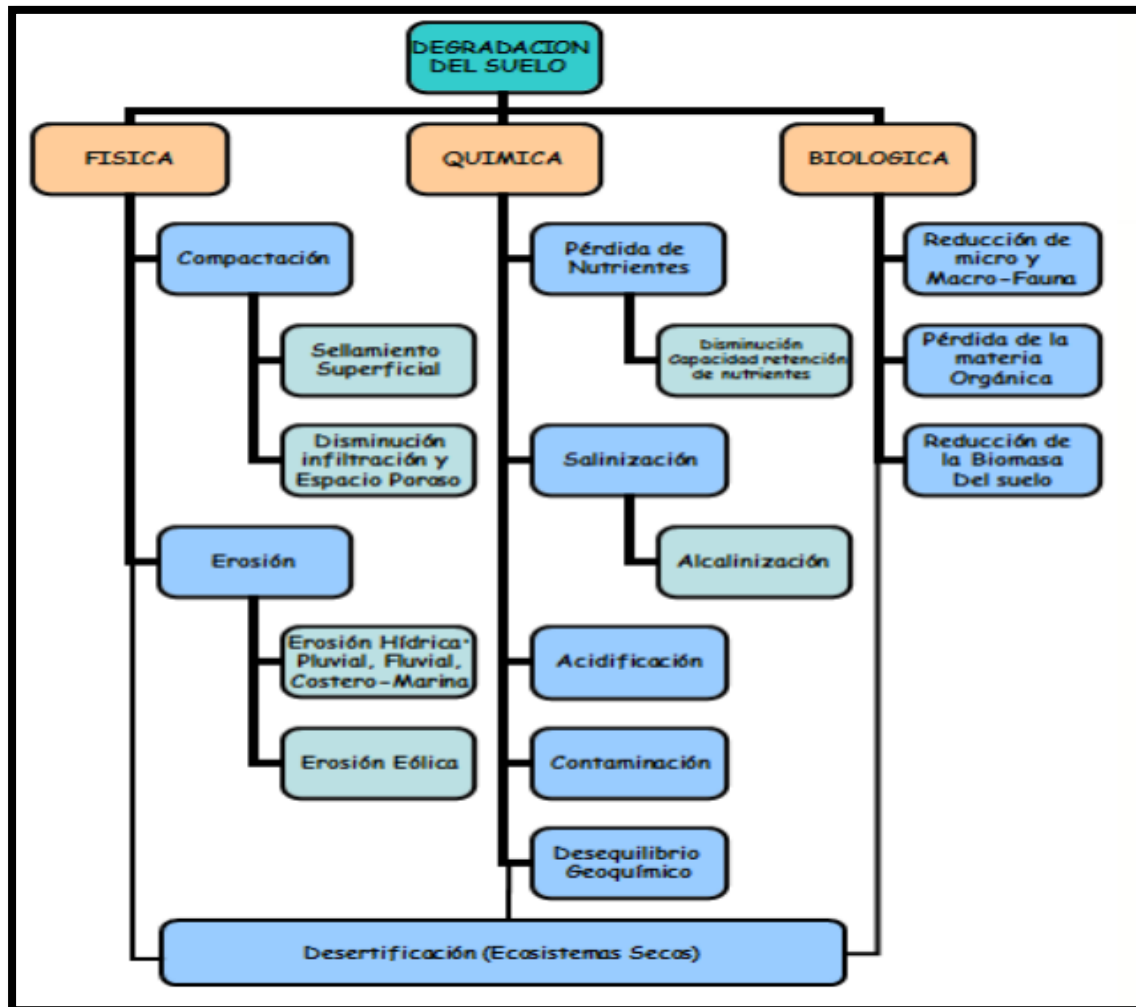
4.2.3. Degradación de suelos en Colombia

La Convención de las Naciones Unidas sobre la lucha contra la desertificación (UNCCD) define la degradación de tierras como un proceso natural o una actividad humana que causan la incapacidad de la tierra para sostener adecuadamente las funciones económicas y/o las funciones ecológicas originales.

La degradación de los suelos y tierras se refiere a la disminución o alteración negativa de una o varias de las ofertas de bienes, servicios y/o funciones ecosistémicas y ambientales, ocasionada por procesos naturales o antrópicos que, en casos críticos, pueden originar la pérdida o la destrucción total del componente ambiental (IDEAM, 2015).

La degradación de los suelos puede dividirse en física, química y biológica como se muestra en la figura 1. (Bermúdez, 2013).

Figura 1 Tipos de degradación del suelo



Nota: Clasificación de la degradación del suelo según el alcance físico, químico y biológico según lo presentado por el IDEAM, 2012.

La degradación de suelos y tierras es un proceso que está cobrando cada día mayor preocupación en el orden internacional y nacional. Aproximadamente, el 50% de las tierras



continentales de Colombia presentan algún grado de degradación por erosión, el 5 % por salinización, el 24% son susceptibles a la desertificación y otros procesos de degradación como la compactación, la disminución de la fertilidad, la sedimentación y la contaminación, avanzan, sin que se disponga de información de su dinámica en el país (Bermúdez, 2013).

4.2.4. Restauración, mejoramiento o recuperación de suelos degradados

Aplicación de medidas con el fin de corregir los procesos de degradación del suelo; iniciar o acelerar la recuperación de suelos degradados como resultado de actividades humanas o por causas naturales; o restablecer parcialmente los elementos estructurales, funciones o servicios ecosistémicos del suelo (Rincón & Cepeda, 2015).

4.2.5. Aguas residuales

El término agua residual hace referencia a las aguas que está contaminadas generalmente con sustancias industriales, fecales, orina y diferentes desechos orgánicos, procedentes de vertidos de poblaciones humanas o animales, como mataderos y criaderos de ganado. El manejo inadecuado o el tratamiento nulo de estas aguas ocasionan grandes problemas de contaminación, provocando enfermedades, malos olores, proliferación de insectos, deterioro de la capa vegetal y otros daños, tanto así que se requieren sistemas de canalización, tratamiento y desalojo, para ello. La composición y su tratamiento pueden diferir mucho de un caso a otro, por lo que en los residuos industriales es preferible la depuración en el origen del vertido que su depuración conjunta posterior (Hurtado, 2015).



4.2.6. Tipos de sistemas de tratamiento de aguas residuales

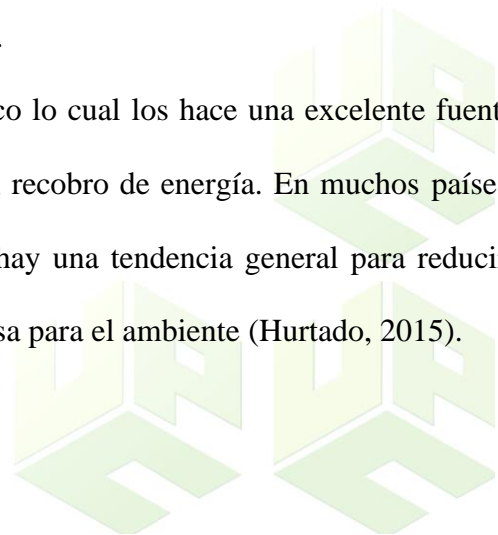
Por tipo de proceso:

- **Procesos físicos:** Remoción de Material en suspensión, rejillas, trituradores, sedimentador primario, espesadores y filtración (Lizarazo & Orjuela, 2013).
- **Procesos químicos:** Aplicación de productos químicos para la eliminación o conversión de los contaminantes. Precipitación, adsorción y desinfección (Lizarazo & Orjuela, 2013).
- **Procesos biológicos:** Se llevan a cabo gracias a la actividad biológica de los microorganismos. Eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables presentes, eliminación del N y P y producción de gases (Lizarazo & Orjuela, 2013).

4.2.7. Biosólidos

Los biosólidos son residuos orgánicos sólidos, semisólidos o líquidos que resultan del tratamiento de las aguas residuales procesadas. Por su alto valor nutricional pueden ser usados para la agricultura y jardinería. Su contenido de macro y micronutrientes promueven el crecimiento de las plantas y cultivos (Hurtado, 2015).

Los biosólidos poseen además un alto valor calorífico lo cual los hace una excelente fuente para el desarrollo de alternativas de combustión con recobro de energía. En muchos países, principalmente en las ciudades con alta población, hay una tendencia general para reducir, reciclar y reutilizar los biosólidos en forma beneficiosa para el ambiente (Hurtado, 2015).





4.2.8. Clasificación de los biosólidos

La norma EPA2 clasifica los biosólidos en: clase “A” o biosólidos de clase “B”:

- **Biosólido Clase A.** Un biosólido con estos niveles y que además tenga tratamiento para reducir vectores, no tendrá restricciones en su aplicación agraria y sólo será necesario solicitar permisos para garantizar que estas normas hayan sido cumplidas (Urrego, 2014).
- **Biosólido Clase B.** Este tipo de biosólidos deberá recibir tratamiento y será el que mayores restricciones presente para uso agrícola. Adicionalmente, la norma establece límites al contenido de metales presentes en los lodos, aspectos de reducciones de agentes patógenos al igual que establece unas restricciones para su aplicación o uso (Urrego, 2014).

4.2.9. Factibilidad del uso de los biosólidos

La búsqueda de alternativas del uso de los biosólidos se hace urgente principalmente, si se tiene en cuenta que las poblaciones tienden a crecer, que las políticas nacionales apuntan a generalizar el establecimiento de STARS y que en cualquier caso estos generaran lodos que de acuerdo a la reglamentación estarán en la línea de biosólidos clase B susceptibles de aprovechar como enmienda orgánica en suelos con problemas de degradación (Urrego, 2014).

Así mismo, es de subrayar que la degradación de suelos es un proceso de mayor preocupación cada día, debido a que genera la imposibilidad de que la tierra pueda sostener cualquier actividad económica al mismo tiempo que pierde sus posibilidades ecológicas (Urrego, 2014).



Colombia a lo largo y ancho de su territorio presenta problemas de degradación de suelos y en algunos sitios de desertificación, De acuerdo con estudios realizados por el IDEAM , cerca del 24% de las tierras en Colombia, son susceptibles a la desertificación y el 0.7% de la extensión del suelo nacional presentan procesos de desertificación (Urrego, 2014).

4.2.10. Alternativas de aprovechamiento de los biosólidos

La disposición final o incineración de biosólidos deben ser las últimas opciones a contemplar. No obstante, en países donde no se cuenta con terrenos para el aprovechamiento, estas medidas se convierten en la única elección. La gestión de biosólidos debe contemplar la mayor cantidad de opciones de aprovechamiento, en caso de que el lugar de recepción se colme o no necesite de más material (Rincón & Cepeda, 2015).

Las alternativas de aprovechamiento de los biosólidos son:

- I. En agricultura, se aplicará al suelo.
- II. En plantaciones forestales.
- III. En la recuperación, restauración o mejoramiento de suelos degradados.
- IV. Como insumo en procesos de elaboración de abonos o fertilizantes orgánicos o productos acondicionadores para suelos a través de tratamientos físicos, químicos y biológicos que modifiquen su calidad original. Los procesos de elaboración y características de los productos finales y su uso, queda sujeto a la regulación establecida por el ICA.



- V. Para remediación de suelos contaminados, lechos biológicos para el tratamiento de emisiones y vertimientos, soporte físico y sustrato biológico en sistemas de filtración, absorción y adsorción.
- VI. Como insumo en la fabricación de materiales de construcción.
- VII. En la estabilización de taludes de proyectos de la red vial nacional, red vial secundaria o terciaria.
- VIII. En la operación de rellenos sanitarios tomo: cobertura diaria, cobertura final de cierre y de clausura de plataformas y en actividades de revegetalización y paisajismo.
- IX. Actividades de revegetalización y paisajismo de escombreras.
- X. En procesos de valorización energética.

4.3.Marco conceptual

Aguas residuales. Aguas servidas de origen doméstico, comercial e institucional que contienen desechos orgánicos (Urrego, 2014).

Aguas residuales municipales. Son las aguas vertidas, recolectadas y transportadas por el sistema de alcantarillado público, compuestas por las aguas residuales domésticas y las aguas no domésticas (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2014).

Biosólidos. Producto resultante de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales municipales, con características físicas, químicas y microbiológicas que permiten su uso (Urrego, 2014).



Edafología, en donde el suelo es tomado como el soporte para las plantas, es decir, se estudia desde un punto de vista netamente práctico, orientado a obtener los mejores rendimientos agropecuarios posibles (Jaramillo, 2002).

Estabilización de lodos: Proceso que comprende los tratamientos destinados a controlar la degradación biológica, la atracción de vectores y la patogenicidad de lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipal acondicionándolos para su uso o disposición final (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2014).

Lodo. Suspensión de un sólido en un líquido proveniente del tratamiento de aguas residuales municipales (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2014)

Recuperación, mejoramiento o restauración de suelos degradados. Aplicación de medidas correctivas con el fin de reparar, rehabilitar o corregir los procesos de degradación del suelo (Urrego, 2014).

Suelo: Sistema natural desarrollado o desarrollándose a partir de una mezcla de minerales y restos orgánicos, bajo la influencia del clima y del medio biológico; es un sistema de tres fases (sólida, líquida y gaseosa), que se diferencia en horizontes y sirve como medio natural para el crecimiento de las plantas (Bermúdez, 2013)

Suelos degradados o disturbados. Son aquellos que por actividades antrópicas o por fenómenos naturales han sufrido un proceso de pérdida de material superficial, pérdida de nutrientes o pérdida de su estructura original, afectando la capacidad de soporte de la vegetación preexistente o de los cultivos (Urrego, 2014).



Tasa agronómica. Tasa de aplicación de biosólidos a suelos agrícolas diseñada para proveer la cantidad de nutrientes: nitrógeno, fósforo o micronutrientes, requerido por el cultivo o vegetación, evitando generar impactos adversos o negativos y minimizando el potencial de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2014).

Usuario de biosólidos. Persona natural o jurídica que utiliza los biosólidos del productor o del distribuidor (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2014).

4.4.Marco contextual

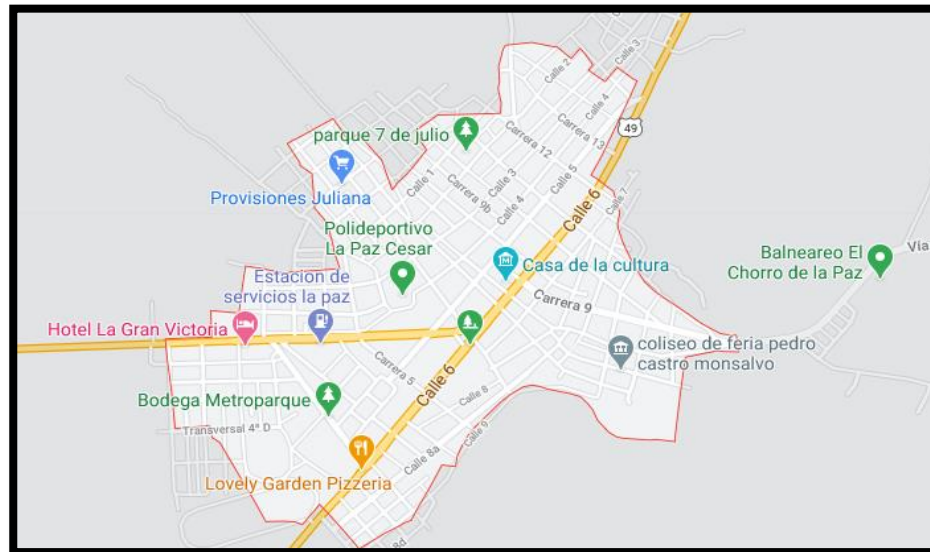
4.4.1. Municipio de La Paz

El municipio de La Paz tiene fronteras al norte con La Guajira, al noreste con el municipio de Manaure, al este con la República Bolivariana de Venezuela, el cual comparten la Serranía del Perijá, cordillera; al sur con el municipio de Codazzi, al suroeste con el municipio de El Paso, Cesar (compartiendo el río Magdalena como frontera). al oeste con el municipio de San Diego y al noroeste con el municipio de Valledupar. (Alcaldía La Paz, 2020)

La parte este del territorio, cerca de la Serranía del Perijá está habitada por el pueblo Yukpa de indígenas. (Alcaldía La Paz, 2020)

- Extensión total: 1081 km²
- Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 165
- Temperatura media: entre 11 y 37 °C
- Distancia de referencia: 12 km desde la ciudad de Valledupar

Figura 2 *Ubicación Geográfica La Paz-Cesar*



Nota: Ubicación del municipio de La Paz departamento del Cesar tomada de Google maps,2020

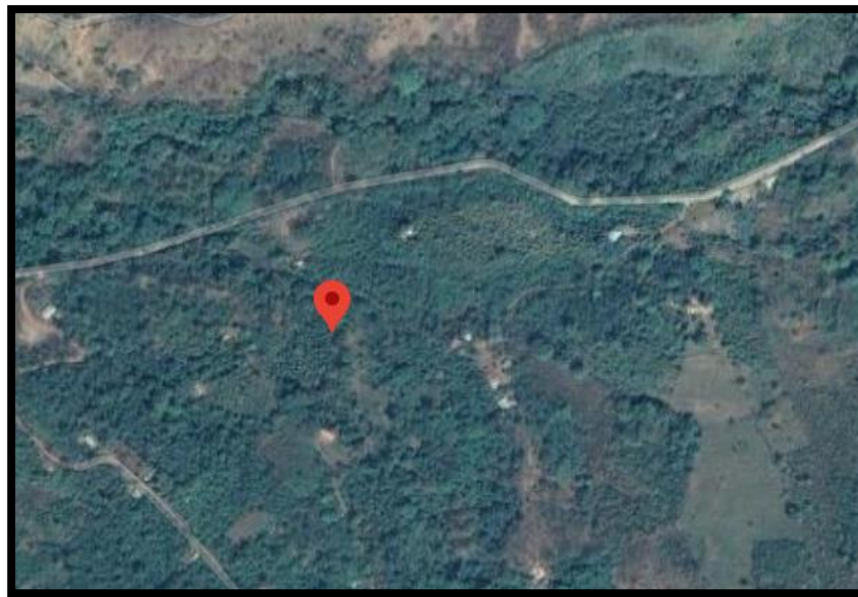
Dentro del municipio se distinguen dos regiones fisiográficas compuestas por: El Valle del Río Cesar, formado por extensas llanuras, con suelos de óptima calidad: y la Cordillera Oriental, situada al oriente del municipio y recibe el nombre de Serranía de los Motilones (Alcaldía La Paz, 2020).

El recurso hídrico del municipio lo conforman los ríos Cesar del cual se desprenden subcuencas como las del arroyo San Antonio y las del río Seco, Manaure, del Jobo, Viejo, Fermanbuco, Cáscaras, Maracas y el afluente principal de este río el Tucuy, otros ríos de gran importancia para el municipio son el Chiriamo, Mocho, Pereira, Tocaimo y arroyos que recorren el municipio en toda su extensión como son Piedras Blancas, El Tigre, Riecito, Parrilla, entre otros. (Alcaldía La Paz, 2020).

4.4.2. Finca Villa Alba

La finca villa alba se encuentra ubicada en el corregimiento de san José de oriente jurisdicción del municipio de la paz César a las afueras del pueblo cuenta con vías totalmente pavimentada cuenta con una corriente de agua superficial de manera permanente tiene todos sus servicios sanitarios y domiciliarios la finca villa alba cuenta con 2 hectáreas donde se cultiva cacao y cuenta con 3 galpones de pollo para engorde, la finca siempre se ha utilizado para el tema de la agricultura, donde se siembra todo tipo de alimentos como maracuyá, aguacate, cacao, frijol, tomate, ají, maíz, patilla, etc.

Figura 3 *Vista Satelital Finca Villa Alba*



Nota: Ubicación Satelital Finca Villa Alba municipio de La Paz departamento del Cesar tomada de Google maps,2020Esta zona siempre se ha caracterizado por el tema agrícola y por el clima con el que cuenta, es agradable para cualquier tipo de plantación los estudios de suelos realizados por la zona han arrojado suelos con alto contenido de nutrientes, pero a su vez estos suelos también se han



visto afectados por el uso de fertilizantes y pesticidas entre otros elementos químicos utilizado para la agricultura.

4.5.Marco legal

Tabla 1 *Normatividad Vigente*

Norma	Descripción
Leyes	
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
Ley 1742 de 2014	Adopta medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte, agua potable y saneamiento básico
Ley 1955 de 2019	Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”.
Decretos	
Decreto 3930 de 2010	Establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo
Decreto 475 de 2015	Establece el Mecanismo Departamental para la evaluación y viabilizarían de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico
Decreto 1076 de 2015	Compila las disposiciones reglamentarias del Sector Ambiente. Establece las obligaciones de los propietarios de



	los predios en relación con la protección y conservación de suelos
Decreto 1287 de 2014	Compila las disposiciones sobre servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado. Establece los criterios para el uso de los Biosólidos producidos a partir de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales
Decreto 1077 de 2015	Compila las disposiciones sobre servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado. Establece los criterios para el uso de los Biosólidos producidos a partir de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales
Resoluciones	
Resolución 1433 de 2004	Reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV. Definición del plan, autoridades ambientales competentes, horizonte de planificación, presentación de información, evaluación de la información y aprobación del PSMV, seguimiento y control, régimen de transición y medidas preventivas y sancionatorias.
Resolución 1256 de 2021	Establece las disposiciones relacionadas con el uso de las Aguas Residuales
Resolución 699 de 2021	Establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales Domésticas Tratadas al suelo

Nota: Construcción propia con la selección de la normatividad presentada en la Página web Oficial del Régimen Legal de Bogotá D.C.

4.6.Marco institucional

La Empresa de Servicios Públicos de Becerril E.S.P. – EMBECERRIL E.S.P. es una entidad del orden municipal, creada mediante Decreto No. 068 de mayo de 1990, como un establecimiento autónomo. Presta servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, así como las actividades complementarias propias de todos y cada uno de estos servicios, de conformidad con la información suministrada en la última actualización efectuada por la Empresa en el Registro Único de Prestadores - RUPS, mediante radicado 20184230319661 de 12 de marzo de 2018 (Superservicios, 2018), esta empresa será la encargada de dotar a la investigación los biosólidos por parte de la PTAR del municipio.

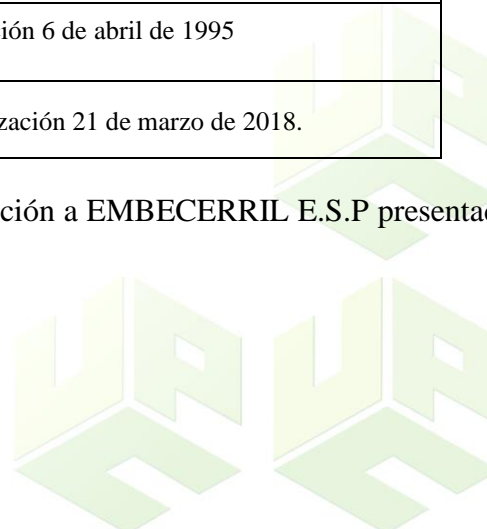
4.6.1. Información general

Tabla 2 *Información General del Prestador*

ID	654
TIPO DE SOCIEDAD	EMPRESA INDUSTRIAL Y COMERCIAL DEL ESTADO - MUNICIPAL
RAZÓN SOCIAL	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE BECERRIL ESP – EMBECERRIL E.S.P.
SIGLA	EMBECERRIL
NIT	800154065 - 1
Fecha de registro en RUPS	4 de abril de 2008

Fecha de constitución	30 de mayo de 1190
Fecha de inicio de operaciones	12 de septiembre de 1994
ÁREAS DE PRESTACIÓN	BECERRIL - CESAR
SERVICIOS PRESTADOS	Acueducto, Alcantarillado y Aseo
ACTIVIDADES	Acueducto: Aducción, Almacenamiento, Captación, Comercialización, Conducción, Distribución y Tratamiento. Alcantarillado: Comercialización, Conducción de Residuos Líquidos, Disposición Final, Recolección y Tratamiento. Aseo: Barrido y Limpieza de vías y áreas públicas, Recolección y Transporte de Residuos No Aprovechables y Disposición Final.
FECHA DE CONSTITUCIÓN	30/05/1990
NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL	URSULINA MARIA ADECHINE VINA
Zona rural atendida	
Estado de certificación del municipio – SGP 2016	Certificado – Resolución 20174010182015 de 29 de septiembre de 2017
Contrato de condiciones uniformes	Fecha de expedición 6 de abril de 1995
	Fecha de última actualización 21 de marzo de 2018.

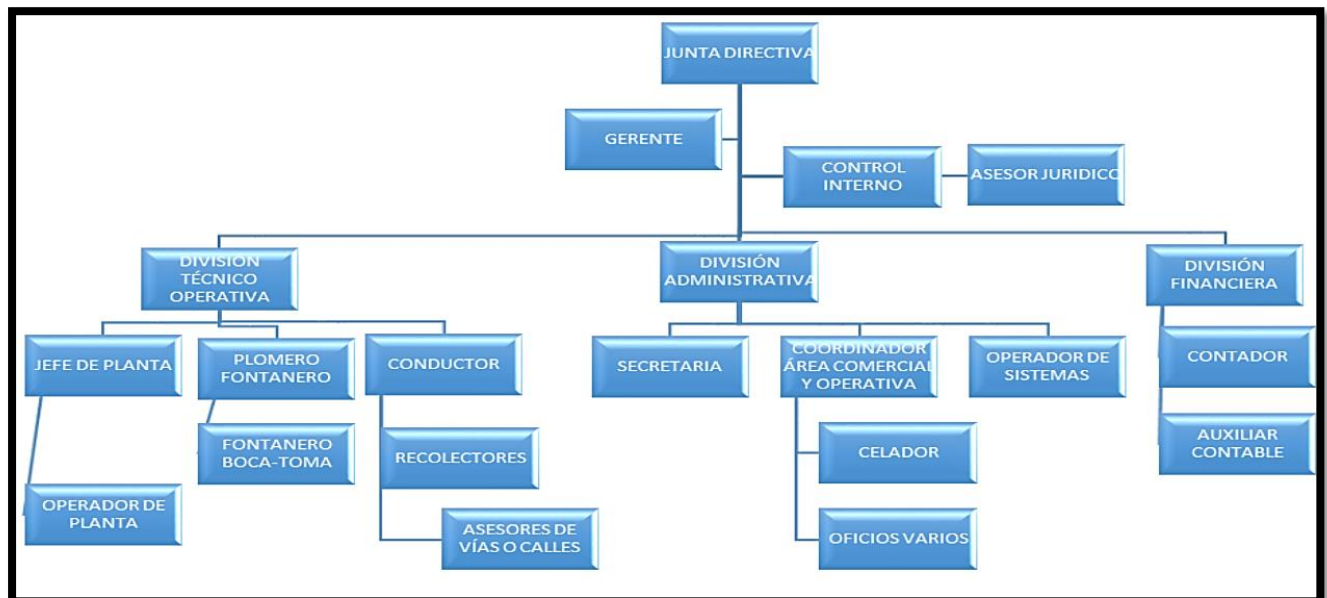
Nota: Información tomada del informe técnico de evaluación a EMBECERRIL E.S.P presentado por Superservicios en el año 2018



4.6.1.1. Organigrama

La Junta Directiva compuesta por cinco (5) miembros a saber: el Alcalde Municipal, Secretario de Planeación Municipal, Secretario de Hacienda Municipal, Jefe de Presupuesto del Municipio y la Gerente de la Empresa quien hace las veces de Secretaria Técnica de la Junta. En cabeza de la Entidad está la Gerente, señora Ursulina María Adechine Viña y cuenta con tres (3) divisiones a saber: Técnico Operativa, Administrativa y Financiera. El Staff de EMBERCERRIL E.S.P. está conformado por un asesor de Control Interno (el funcionario delegado para control interno es el mismo contador de la Empresa) y un Asesor Jurídico (Superservicios, 2018).

Figura 4 Organigrama Empresa de Servicios Públicos de Becerril - EMBECERRIL E.S.P.



Nota: Información tomada del informe técnico de evaluación a EMBECERRIL E.S.P presentado por Superservicios en el año 2018



5. Marco metodológico

5.1. Tipo de investigación

El marco de este proyecto es a través de una *investigación aplicada* definida como “*La que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación*” (Murillo, 2008), teniendo en cuenta que se realizó una aplicación de una alternativa de recuperación de suelos degradado por la agricultura en la Finca Villa Alba, donde se buscara conocer las condiciones actuales del suelo y del Biosólido tomado de la PTAR del municipio de Becerril, que permita realizar la descripción del estudio y obtener los resultados de las propiedades del suelo posterior a este.

5.2. Línea y sublínea de investigación

Línea de Investigación

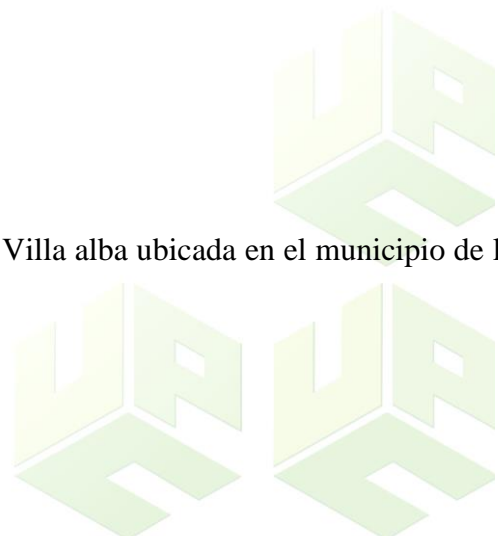
Sostenibilidad y gestión ambiental.

Sublínea de investigación

Suelo

5.3. Población

La población estudio es tomada a través de , La Finca Villa alba ubicada en el municipio de la Paz Cesar, con una extensión de 2 hectáreas.





5.4.Muestra

La muestra del estudio será representada por un área en la Finca Villa Alba de 32 m², donde se realizará los análisis fisicoquímicos y la aplicación del biosólido a utilizar.

5.5.Desarrollo metodológico

5.5.1. Etapa 1: Identificar las características fisicoquímicas del suelo degradado y el biosólido

Actividad 1.1. Revisión Bibliográfica

En el desarrollo de la primera actividad se realizará una recolección exhaustiva de información documental de investigaciones, tesis, artículos, guías técnicas, libros, entre otras, que permitan tener un conocimiento total de la zona de estudio y de la metodología del uso de biosólidos como alternativa de recuperación de suelos tanto a nivel local, nacional e internacional.

Mediante esta revisión se podrá respaldar la investigación y nos permita conocer de igual manera la legislación vigente para el cumplimiento con los parámetros establecidos por la norma.

Actividad 1.2. Toma de muestras

En la segunda etapa de la primera fase se deberá conocer las propiedades físico-químicas del suelo degradado en la Finca Villa Alba, por lo tanto, para su caracterización como actividades, se realiza la toma de muestra del suelo, teniendo en cuenta la *Guía de Muestreo* del IGAC.

El muestreo constituye la etapa inicial y fundamental para la adecuada interpretación de los resultados obtenidos en el laboratorio. Pero debido a que el suelo es un material muy heterogéneo, con diferentes condiciones de origen, topografía, manejo, tipos de vegetación,



etc.; es necesario definir unidades con características más o menos similares, que permitan establecer lo que se conoce como unidades de muestreo (IGAC)

El proceso de toma de muestras del suelo es a través de la metodología zigzag teniendo en cuenta lo expuesto en la Guía del IGAC, siendo el siguiente:

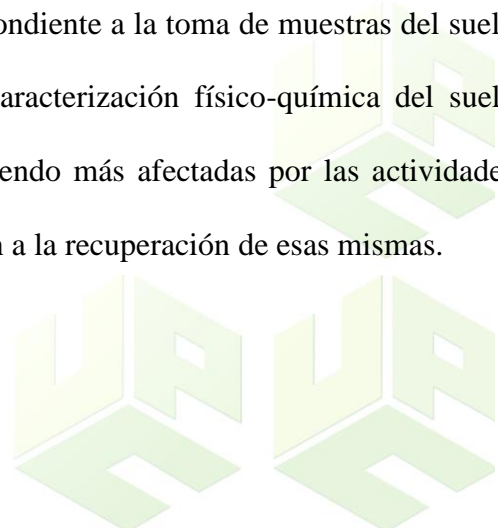
- Con la pala se harán hoyos de 25X25 cm de lado y 20 cm de profundidad
- Se retiran los primeros 3 cm de suelo
- Se procede a tomar la muestra
- En un balde de plástico se mezclarán varias submuestras
- Se obtendrá una muestra compuesta homogénea
- Para empacar la muestra será en bolsas plásticas, que no hayan sido utilizadas previamente con capacidad máxima de 1kg
- Cada muestra debe contener su rotulo correspondiente

Actividad 1.3. Caracterización del suelo degradado en la Finca Villa Alba

De acuerdo a lo obtenido en la etapa anterior, correspondiente a la toma de muestras del suelo de la Finca Villa Alba, se procederá a realizar una caracterización físico-química del suelo degradado para identificar las propiedades que están siendo más afectadas por las actividades económicas que allí se realizan y enfocar la investigación a la recuperación de esas mismas.

Los parámetros a evaluar son las siguientes:

- PH
- Textura





- Humedad
- Carbono Orgánico
- Nitrógeno total
- Fosforo total

Actividad 1.4. Análisis de las propiedades del Biosolido

En la última actividad de la primera fase se realizará un análisis del Biosolido tomado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del municipio de Becerril, siendo facilitado por la empresa EMBECERRIL, de acuerdo a la información inicial suministrada por la empresa de las condiciones del biosolido, se hará una descripción y se determinará su viabilidad técnica como enmienda orgánica en la recuperación del suelo de la Finca Villa Alba, teniendo en cuenta los *valores máximos permisibles de categorización de biosólidos para su uso*, reglamentados en el Artículo 4 Decreto 1287 de 2014.

De tal manera que en esta primera etapa tendremos un diagnóstico del estado tanto del suelo área de estudio, como la alternativa de recuperación que será el Biosolido, permitiendo el desarrollo de las siguientes fases de la aplicación.

5.5.2. Etapa 2: Definir las acciones para la aplicación del biosólido en la finca Villa Alba- San Jose de oriente

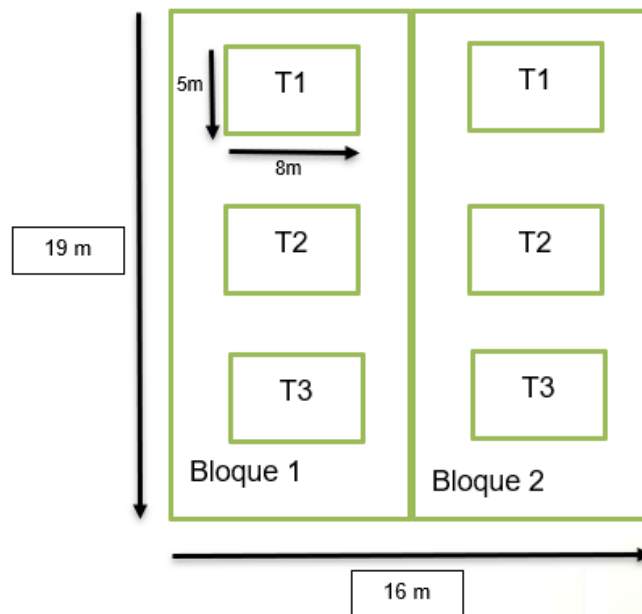
Actividad 2.1. Distribución de la aplicación del biosolido

En la primera actividad para la aplicación de los Biosolidos como alternativa de recuperación, se debe determinar las zonas dentro de la Finca Villa alba, que serán utilizadas, teniendo en cuenta

que existen áreas que presenta mayores niveles de degradación y condiciones físicas-meteorológicas de toda esta área, se hará por medio de un Diseño experimental definido por dos (2) bloques y tres (3) tipos de tratamientos.

- Tratamiento 1 (T1): un terreno sin ninguna variación
- Tratamiento 2 (T2): Mezcla de biosólido 1
- Tratamiento 3 (T3): Mezcla de biosólido 2

Figura 5 Ubicación de los bloques y tratamientos



Nota: Imagen construida por autores en base al diseño de la aplicación de la investigación desarrollada

En la ilustración anterior encontramos la distribución y tamaño que tendrán los tratamientos en los dos tipos de bloques, el uso de los bloques es con el fin de evaluar el comportamiento que



tendrá la mezcla de biosólido, de acuerdo a variaciones externas en su eficiencia de recuperación del suelo.

Actividad 2.2. Establecer las proporciones del biosólido

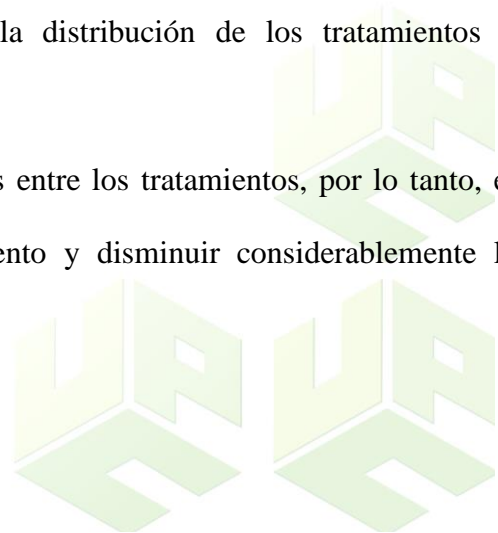
En la segunda actividad y teniendo en cuenta la distribución de los tratamientos, se debe definir las mezclas de los biosólidos a utilizar, donde esta dependerá en gran parte de las condiciones del suelo determinadas en la primera etapa del proyecto, de tal manera que se responda de acuerdo a la necesidad que tenga el suelo.

- T2: proporción de 50% y 50% suelo (Dosis biosólido 40 g)
- T3: proporción de 70% y 30% suelo (Dosis biosólido 60 g)

Actividad 2.3. Aplicación del biosólido

En la última actividad de esta etapa corresponde a la aplicación de la mezcla de biosólido, lo cual hará necesario que se realice una preparación del suelo a través de un arado y surcado, posteriormente a esto se incorporaron la mezcla de los biosólidos en el fondo de los surcos aproximadamente unos 30 cm, teniendo en cuenta la distribución de los tratamientos y proporciones ya determinadas en etapas anteriores.

Se debe tener sumo cuidado de no mezclar las áreas entre los tratamientos, por lo tanto, el diseño busca separaciones de 1m entre cada tratamiento y disminuir considerablemente la probabilidad de afectar las pruebas.





5.5.3. Etapa 3: Establecer los cambios obtenidos después de la aplicación de la mezcla de biosólidos en el suelo degradado.

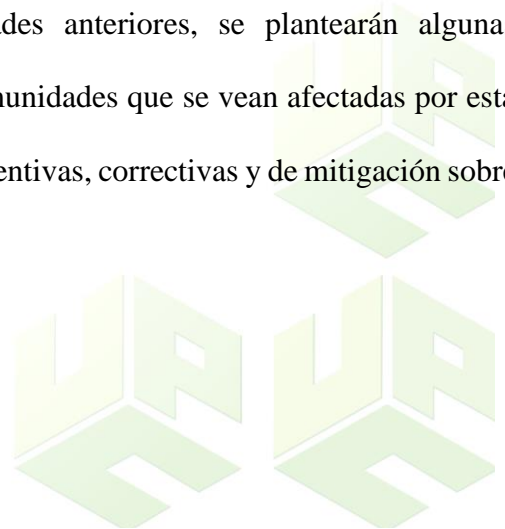
Actividad 3.1. Análisis de los parámetros del suelo posteriormente a la aplicación de la mezcla de biosólidos

Finalmente, en la última etapa del proyecto se determinarán los cambios del suelo posteriormente a la aplicación de las mezclas del biosólido en el suelo degradado en la Finca Villa Alba, para esto es necesario la realización de una caracterización nuevamente del suelo, con los mismos parámetros dictados en la Actividad 1.3. que permitan desarrollar una comparación con respecto a las características fisicoquímicas iniciales del suelo.

Mediante esta actividad se podrá realizar una evaluación de los cambios que haya podido obtenerse y verificar la viabilidad técnica y operativa de este proyecto en suelos degradados por la agricultura en el departamento del Cesar.

Actividad 3.2. Formular recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados de las actividades anteriores, se plantearán algunas recomendaciones, que puedan ser aplicables, por las comunidades que se vean afectadas por esta problemática y por lo tanto les permita usar acciones preventivas, correctivas y de mitigación sobre el deterioro del suelo.





6. Análisis de resultados

6.1.1. Etapa 1: Identificación de las características fisicoquímicas del suelo degradado y el biosólido

Actividad 1.1. Propiedades del suelo Finca Villa Alba

En esta etapa de nuestra investigación se realizó una recolección exhaustiva de información documental de investigaciones, tesis, artículos, guías técnicas, libros, entre otras, que permitieron tener un conocimiento total de la zona de estudio y de la metodología del uso de biosólidos como alternativa de recuperación de suelos tanto a nivel local, nacional e internacional.

Mediante esta revisión respaldamos la investigación y nos permita conocer de igual manera la legislación vigente para el cumplimiento con los parámetros establecidos por la norma. Además, identificamos y describimos todos aquellos factores que estén influyendo directa o indirectamente sobre la calidad del suelo de la finca Villa Alba.

La Finca Villa Alba se encuentra ubicada en el área rural del corregimiento de San José de Oriente municipio de La Paz, esto quiere decir sobre la Cuenca Baja del Río Chirraimo que tiene una gran importancia ecológica, por los diferentes servicios ambientales que oferta; en este predio en la actualidad se cultiva Cacao en un área aproximada de 2 hectáreas, estas extensiones de zonas fértiles han ido disminuyendo con el paso de años debido al inadecuado manejo del suelo por parte de los propietarios y jornaleros, viendo esta gran necesidad se inicia el desarrollo de este proyecto de investigación.

Figura 6 Finca Villa Alba



Nota: Fotografía tomado por los Autores de la investigación en el recorrido realizado en la Finca Villa Alba, Corregimiento de San Jose de Oriente.

Dentro de esta primera fase evaluamos las propiedades físico-químicas del suelo degradado en la Finca Villa Alba, por lo tanto, para su caracterización como actividades, se realiza la toma de muestra del suelo, teniendo en cuenta la *Guía de Muestreo* del IGAC. En esta primera etapa se realizó una investigación de campo, haciendo una visita para hacer un diagnóstico real del estado actual de este ecosistema. En la elaboración de la etapa inicial del proyecto se realizó una visita técnica y de inspección donde se identificaron las condiciones iniciales del suelo, con los parámetros fisicoquímicos correspondientes a humedad, materia orgánica, nitrógeno total y pH basados en muestras de acuerdo a la degradación del suelo por la agricultura



El propósito de este muestreo fue obtener, para su análisis, una porción representativa del suelo degradado. Donde los parámetros fisicoquímicos se efectuaron bajo normas técnicas y métodos oficialmente aceptados por las normativas, donde la integridad física y química de las muestras durante el período transcurrido entre la toma y los análisis de las mismas se garantizó aplicando métodos de preservación internacionalmente aceptados tales como control de pH y adición de compuestos químicos. Dichos resultados fueron avalados por Laboratorios Nancy Flores García acreditados por el IDEAM, para parámetros indicados bajo la Resolución N°0398 de 02 de mayo de 2019.

Por consiguiente, para producir información cuantitativa, física, química y biótica para estudios ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes. La observación directa del terreno nos ayudó a detallar los parámetros fisicoquímicos a estudiar para determinar la calidad del suelo actual e identificar el grado de deterioro, adicional conocer el tipo de terreno, vegetación y especies que presentan.

Diagnóstico de la calidad del suelo de la Finca Villa Alba

En nuestra inspección observamos que la recuperación de este ecosistema degradado por agricultura mediante métodos naturales de recuperación es fundamental ya que es un complejo rico en biodiversidad por encontrarse en estribaciones un bosque seco tropical. Así mismo, la agricultura ha eliminado la cobertura vegetal y se ha erosionado por el pastoreo, viéndose afectado en gran medida la fauna, flora y área paisajística de la zona de estudio. Con el restablecimiento de los atributos de la cobertura vegetal de la Finca, tanto en estructura como en composición; se



evidencia malas prácticas por parte del agricultor, exceso de laboreo, escasa fertilización, uso de fertilizantes acidificantes, exceso de plaguicidas, desprotección del suelo.

Actividad 1.2. Caracterización del suelo degradado en la Finca Villa Alba

De acuerdo a lo obtenido en la etapa anterior, correspondiente a la toma de muestras del suelo de la Finca Villa Alba, procedemos a realizar una caracterización físico-química del suelo degradado para identificar las propiedades que están siendo más afectadas por las actividades económicas que allí se realizan y enfocar la investigación a la recuperación de esas mismas.

Con el fin de realizar la respectiva caracterización inicial del suelo afectado, se realizó la toma de muestras compuestas en el área de estudio y se procedió a realizar los análisis físico-químicos.

Cabe resaltar que, con el fin de emitir mejores conclusiones en la investigación, se llevó a cabo la toma de muestra en la zona inicial afectada y posterior al proceso de recuperación.

A continuación, evaluamos los parámetros a través de la siguiente tabla:

Tabla 3. *Características Fisicoquímicas del suelo de la finca Villa Alba*

Parámetro	Unidad	Muestreo simple Finca Villa Alba
PH	U de pH	6.56
Textura: Arcilla	%	7
Textura: Arena	%	46
Textura: Limo	%	47
Humedad	%	23,22
Carbono Orgánico		3,7
Nitrógeno total	mg/kg	0,2



Fosforo total

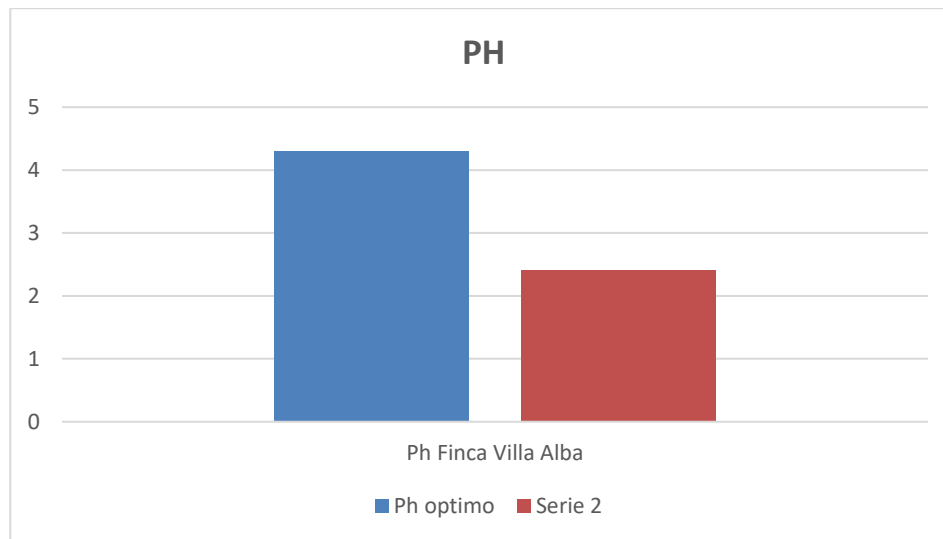
0,062

Nota: Tabla construida a partir de los resultados obtenidos en el análisis de suelo realizado por el Laboratorio NANCY FLORES GARCIA S.A.S. en la Finca Villa Alba, Corregimiento de San Jose de Oriente.

Según los resultados del análisis fisicoquímico en la tabla 3, el suelo de estudio se caracteriza por tener un tipo de textura que se considera ideal, además de poseer un pH en valores neutros, lo que supone un equilibrio entre permeabilidad, retención de agua y de nutrientes. Además, estos valores alcalinos afectan la disponibilidad de nutrientes, la actividad de microorganismos y la solubilidad de minerales del suelo.

- **pH**

Figura 7 Resultados obtenidos parámetros PH



Nota: Grafica construida a partir de los resultados obtenidos en el análisis de suelo realizado por el Laboratorio NANCY FLORES GARCIA S.A.S. en la Finca Villa Alba, Corregimiento de San Jose de Oriente.



En la figura anterior se denota que los resultados de los parámetros del suelo abarcan los estándares óptimos de calidad del suelo en 6,56 valorados dentro del rango permisible que se encuentra entre 6,6-7,5, clasificado en valores neutros ayudando a la capacidad productiva del suelo.

- **Textura**

La textura del suelo es un parámetro que nos permite determinar la proporción en la que se encuentran las partículas minerales s en el suelo, influyendo en la cantidad y disponibilidad en el uso agrícola.

Tabla 4. *Cantidades de limo, arcilla y arena presente en la muestra de suelo*

Parámetros	Resultado
Arcilla (%)	7
Arena (%)	46
Limo (%)	47

Nota: Tabla construida a partir de los resultados obtenidos en el análisis de suelo realizado por el Laboratorio NANCY FLORES GARCIA S.A.S. en la Finca Villa Alba, Corregimiento de San Jose de Oriente.

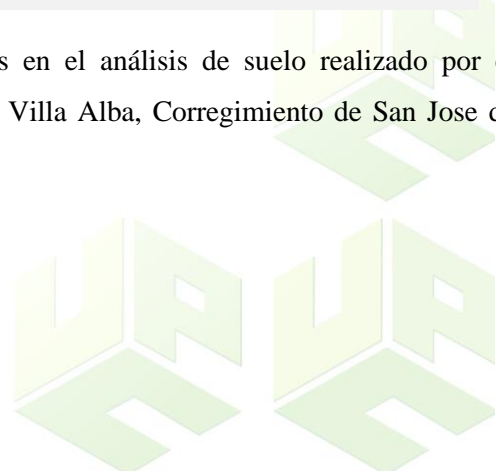
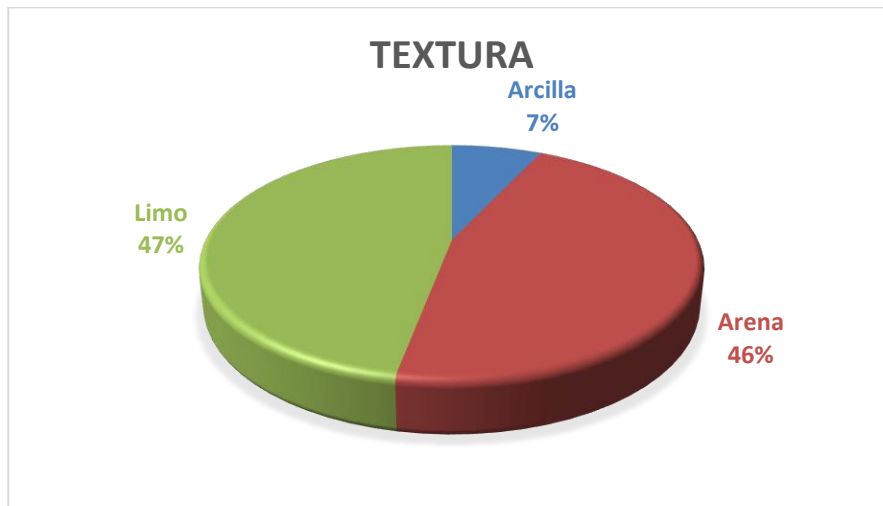


Figura 8 Resultados obtenidos parámetros textura



Nota: Grafica construida a partir de los resultados obtenidos en el análisis de suelo realizado por el Laboratorio NANCY FLORES GARCIA S.A.S. en la Finca Villa Alba, Corregimiento de San Jose de Oriente.

En la Figura 8 se denota que en este tipo de suelo contiene un 7% de arcilla, 46% de arena y 47% limoso, es un tipo de suelo de tamaño intermedio, además de fertil y facilita la agricultura. Ya que es una zona susceptible a la degradación por ser una zona montañosa, evidenciando erosion laminar y pequeñas ondulaciones como las terracetas.

- **Humedad**

La grafica anterior demuestra que este tipo de suelo supera los niveles deseados de humedad por lo tanto evita la retención de nutrientes, ya que lo ideal es mantener una humedad menor a 2.

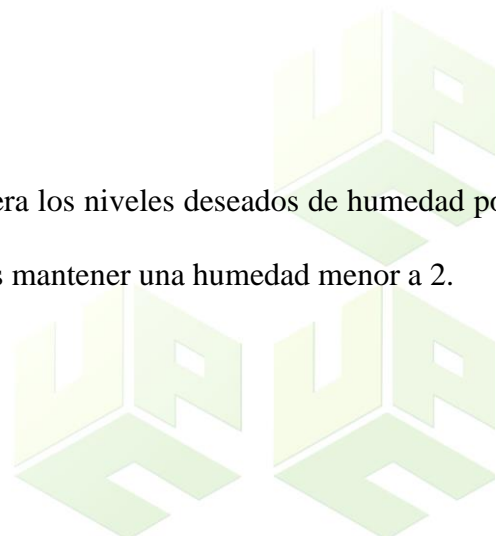
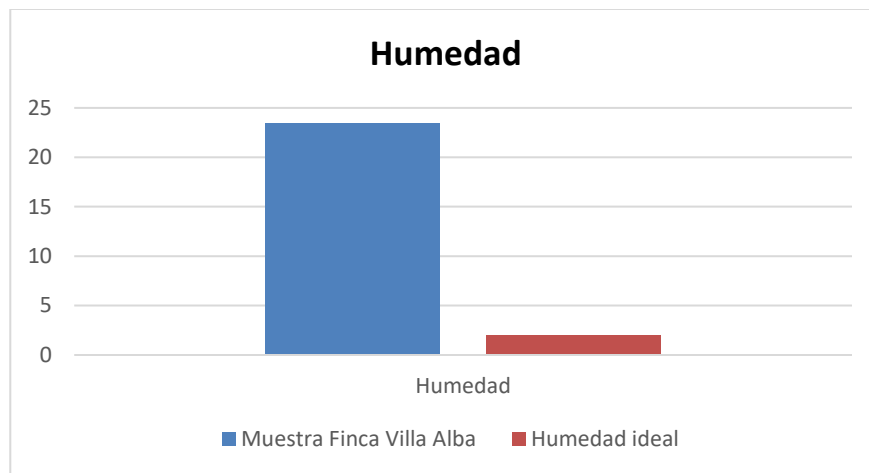




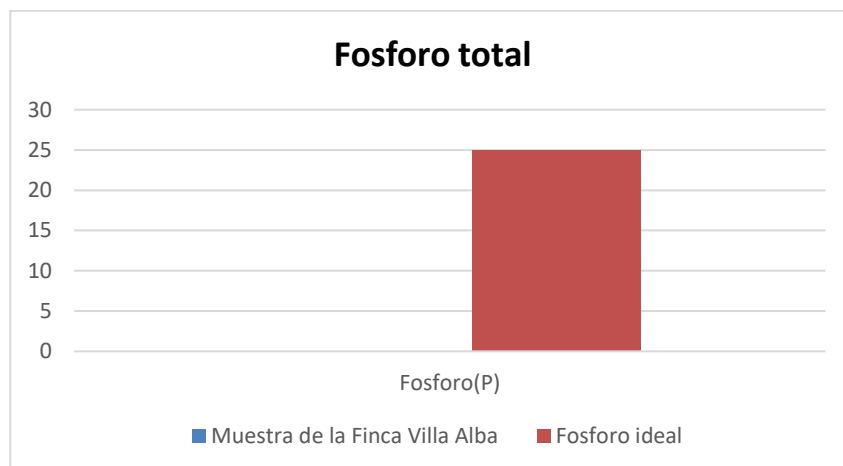
Figura 9 Resultados obtenidos parámetros de Fosforo total



Nota: Grafica construida a partir de los resultados obtenidos en el análisis de suelo realizado por el Laboratorio NANCY FLORES GARCIA S.A.S. en la Finca Villa Alba, Corregimiento de San Jose de Oriente

- **Fosforo total(P)**

Figura 10. Resultados obtenidos parámetros de Fosforo total



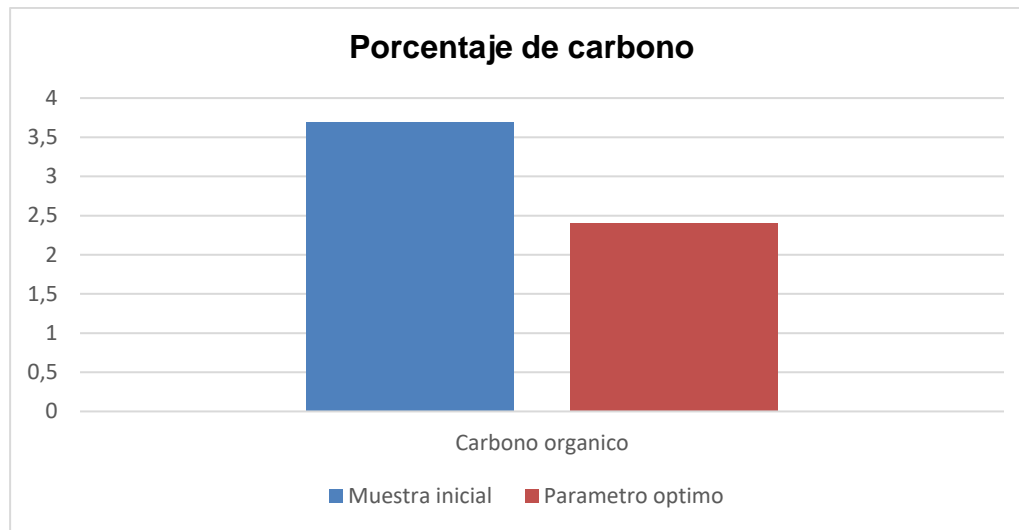
Nota: Grafica construida a partir de los resultados obtenidos en el análisis de suelo realizado por el Laboratorio NANCY FLORES GARCIA S.A.S. en la Finca Villa Alba, Corregimiento de San Jose de Oriente



La grafica anterior denota que esta muestra de suelo presenta bajos niveles de fosforo evidenciando grandes diferencias entre los valores optimas, teniendo en cuenta que los requerimientos nutricionales de los cultivos son alta y se hace necesario recuperar las características químicas del suelo; en este orden de ideas, el suelo ha perdido proporciones al igual que la capacidad de retener nutrientes.

- **Carbono orgánico**

Figura 11 Resultados obtenidos parámetros de Fosforo total



Nota: Grafica construida a partir de los resultados obtenidos en el análisis de suelo realizado por el Laboratorio NANCY FLORES GARCIA S.A.S. en la Finca Villa Alba, Corregimiento de San Jose de Oriente

La grafica anterior, evidencia que los niveles de Carbono Total son considerablemente altas con respecto a los límites permisibles. Esto denota que es una zona altamente afectada por las



actividades de agricultura y ganadería extensiva, ya que indica unas condiciones ineficientes en la calidad del suelo en estudio y se recomienda aumentar las condiciones químicas.

Actividad 1.2. Propiedades del Biosólido

Los biosólidos son un subproducto generado en el tratamiento de las aguas residuales, para la investigación desarrollada es la materia prima fundamental para el proceso de recuperación de suelo, obtenidos de las actividades desarrolladas en el sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio de Becerril operado por la Empresa de Servicios Públicos de Becerril – EMBECERRIL E.S.P. en la cual se realizan los siguientes procesos y/o tratamientos:

- Área de cribado
- Desarenador
- Canaleta Parshall
- Lagunas (Facultativa y maduración)
- Área de secado de lodos
- Vertimiento Rio Maracas

El tratamiento allí realizado busca remover contaminantes físicos, químicos y biológico, con una cobertura del servicio de 96,21% , el proceso inicial en una zona de cribado en donde se retienen partículas de gran tamaño y seguidamente se conduce a un desarenador que atrapa los sedimentos y este posteriormente llega a una Canaleta Parshall para realizar la medición y control de caudal que ingresa y estas aguas llegan al tratamiento principal desarrollados en las

lagunas facultativa y de maduración, que remueven patógenos, nutrientes y algas, finalmente los lodos generados son llevados a una zona de secados para su estabilización.

Figura 12 Sistema de tratamiento de Aguas residuales *EMBECERRIL ESP*



Nota: Fotografía tomada por Autores (2022) en el recorrido realizado en los sistemas de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Becerril- Cesar.

Figura 13 Laguna Facultativa *EMBECERRIL ESP*



Nota: Fotografía tomada por Autores (2022) en el recorrido realizado en los sistemas de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Becerril- Cesar.



Teniendo en cuenta los *valores máximos permisibles de categorización de biosólidos para su uso*, reglamentados en el Artículo 4 Decreto 1287 de 2014, se evaluó el Biosólido tomado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del municipio de Becerril, siendo facilitado por la empresa EMBECERRIL, de acuerdo a la información inicial suministrada por la empresa de las condiciones del biosólidos. No obstante, avalado por dicha norma que para que los biosólidos puedan ser utilizados en las diferentes categorías de uso (Clase A y Clase B) tienen que cumplir una serie de reglamentaciones. Lo que se pretende en este numeral es mostrar las variables de caracterización de los biosólidos generados en la PTAR y hacer una comparación de dichas variables con las regulaciones (valores máximos permisibles) del Decreto 1287 de 2014.

Tabla 5 *Concentración microbiológica del Biosólido*

Parámetro	Resultados	Sitio de muestreo	Valores máximos permisibles Colombia. Decreto 1287 de 2014	Categoría de biosólidos
Coliformes Fecales (UFC/g)	140000	PTAR DE BECERRIL(tercera laguna)	Clase A: <1.00E Clase B: <2.00E	Categoría B

Nota: Tabla construida con la información dada por EMBECERRIL ESP de las características de los biosólidos generados





Tabla 6. Concentraciones físico-químicas del biosólidos

Parámetro	Resultados	Valores máximos permisibles Colombia. Decreto 1287 de 2014
Carbono orgánico total	9,2	No presenta
Fosforo	0,33	No presenta
Humedad	84,5	No presenta
Nitrógeno total	1,12	No presenta
PH	6,98	No presenta
Textura-arcilla	<0,1	No presenta
Textura-limo	79	No presenta
Textura-arena	21	No presenta

Nota: Tabla construida con la información dada por EMBECERRIL ESP de las características de los biosólidos generados

Como se observa en la Tabla 6, denota regido según el Decreto 1287 de 2014 no presenta ningún tipo de reglamentación con respecto a las concentraciones físico-químicas del biosólido. No obstante, en cuanto a la concentración microbiológica (ver **Tabla 6**), el biosólido cumple con los valores máximos permisibles para ser clasificado en la Categoría B, este puede destinarse para la recuperación, restauración y mejoramiento de suelos degradados y en actividades de revegetalización y paisajismo.

No obstante, por ser Clase B, dicha norma restringe la aplicación de biosólidos a trescientos 300 metros de distancia de áreas residenciales que son soportados en estudios de impacto ante las Autoridades Ambientales Competentes.

6.1.2. Etapa 2: Definición de las acciones para la aplicación del biosólido en la finca Villa Alba-San José de oriente

6.1.2.1. Aplicación del biosólidos

En el desarrollo de la segunda etapa de la investigación, se procedió a la aplicación del Biosólido caracterizado en la etapa anterior, en el suelo de la Finca Villa Alba objeto de estudio, teniendo en cuenta, la metodología planteada se dividió en dos bloques la zona de estudio y en áreas de 5m*5m se aplicaron cada uno de los tratamientos dispuestos; en la figura 14 se presenta un esquema de la disposición de los tratamientos en los bloques designados.

Figura 14 Bloques aplicación de biosólido



Nota: Fotografía y construida por los Autores 2022 en la Finca Villa Alba en jurisdicción del municipio de San José de Oriente.

Figura 15. *Aplicación del Biosólido*



Nota: Fotografía tomada por los Autores 2022 en la Finca Villa Alba en jurisdicción del municipio de San José de Oriente.

Para la aplicación del biosólido, se realizó un tratamiento previo para mejorar las condiciones del biosólido, que consistió en la alcalización, donde se procedió a lo siguiente:

- Se tomó un cajón de madera con aproximadamente 40 cms de alto con un área de 8 m² se dispuso una capa de plástico

Figura 16. *Aplicación del Biosolido en la zona de estudio*



Nota: Fotografía tomada por los Autores 2022 en la Finca Villa Alba en jurisdicción del municipio de San José de Oriente.

6.1.3. Etapa 3: Establecimiento de los cambios obtenidos después de la aplicación de la mezcla de biosolidos en el suelo degradado.

Actividad 3.1. Análisis de los parámetros del suelo posteriormente a la aplicación de la mezcla de biosolidos

Finalmente, en la última etapa del proyecto se determinaron los cambios del suelo posteriormente a la aplicación de las mezclas del biosolido en el suelo degradado en la Finca Villa Alba, para esto se hizo una caracterización nuevamente del suelo, con los mismos parámetros



dictados que permitieron desarrollar una comparación con respecto a las características físico-químicas iniciales del suelo.

Tabla 7. *Análisis de parámetros fisicoquímicos Finca Villa Alba antes y después de aplicación de Biosólidos vs los parámetros permisibles de la calidad del suelo*

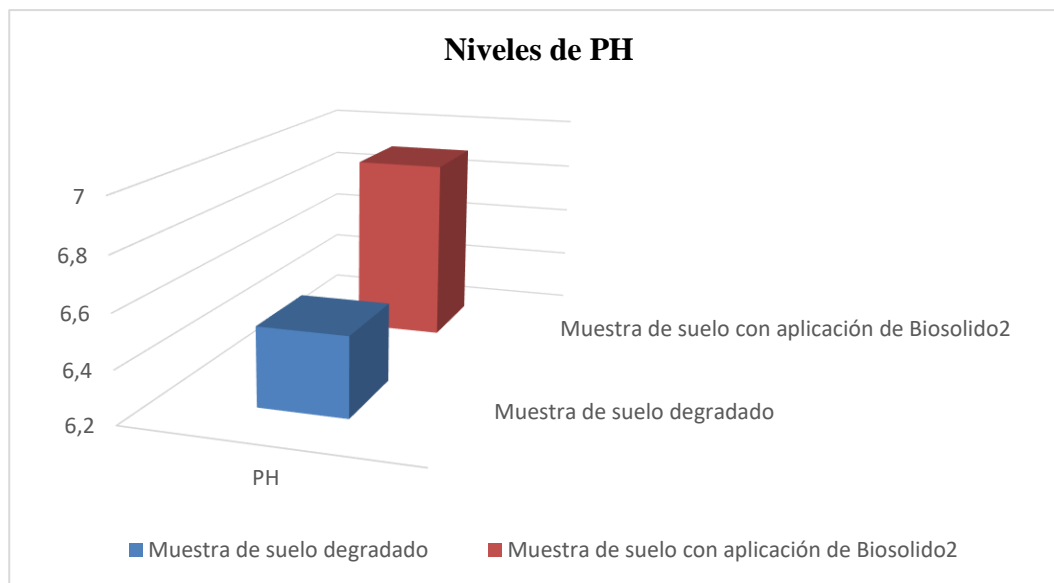
Parámetro	Unidad	Muestreo simple Finca Villa Alba	Muestreo simple Finca Villa Alba con aplicación de biosólidos
PH	U de pH	6.56	6,99
Textura: Arcilla:	%	7	-
Arena	%	46	-
Limo	%	47	-
Humedad	%	23,22	35,39
Carbono Orgánico	%	3,7	1,69
Nitrógeno total	%	0,2	0,17
Fosforo total	mg P/ kg	0,062	54

Nota: Tabla construida a partir de los resultados obtenidos en el análisis de suelo realizado por el Laboratorio NANCY FLORES GARCIA S.A.S. en la Finca Villa Alba, Corregimiento de San Jose de Oriente.

Con respecto a la Tabla 7, evaluamos los parámetros aplicados el Biosolido en la Finca Villa Alba y podemos denotar lo siguiente:

✚ Niveles de PH

Figura 17. Análisis pH final



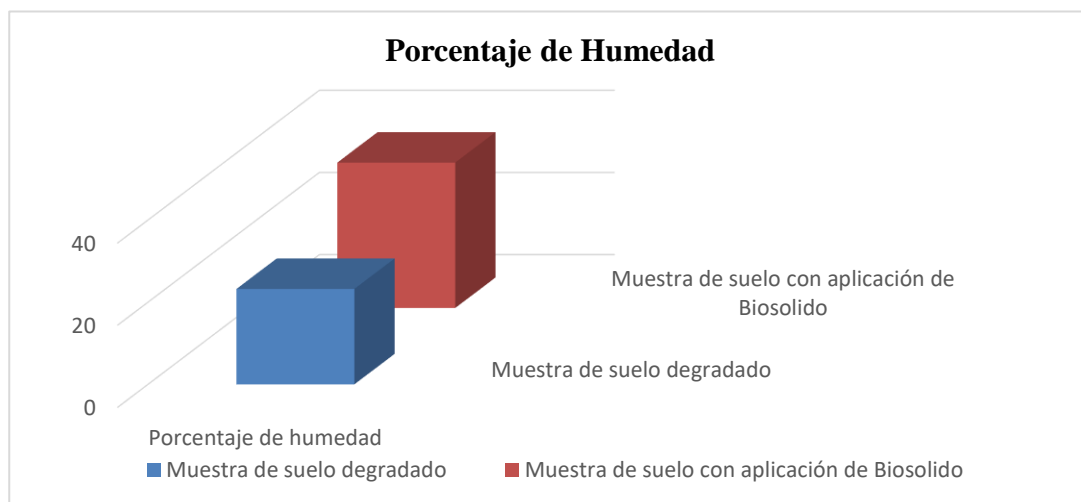
Nota: Grafica de Análisis de PH de parámetros fisicoquímicos Finca Villa Alba antes y después de aplicación de Biosólidos vs los parámetros permisibles de la calidad del suelo

Según el valor de pH en el suelo sin intervención del Biosolido se considera suelos alcalinos existe una limitación en la agricultura ya que valores de pH tan altos inhiben el crecimiento adecuado de algunas plantas; también por la baja capacidad de infiltración de estos suelos, el agua de lluvia se estanca en la superficie y en épocas de verano el riego apenas es adaptable. Por lo que una estrategia de manejo para este tipo de suelos es la aplicación de calcio aplicando yeso agrícola, siempre que el suelo no tenga un contenido elevado en sales. Los suelos que tienen yeso y caliza

a la vez tienen un pH más cercano a la neutralidad que los que sólo tienen caliza. No obstante, este tipo de suelo está dentro de los límites permisibles para calidad de suelo superando el 25% .

Porcentaje de Humedad

Figura 18. *Análisis Humedad final*

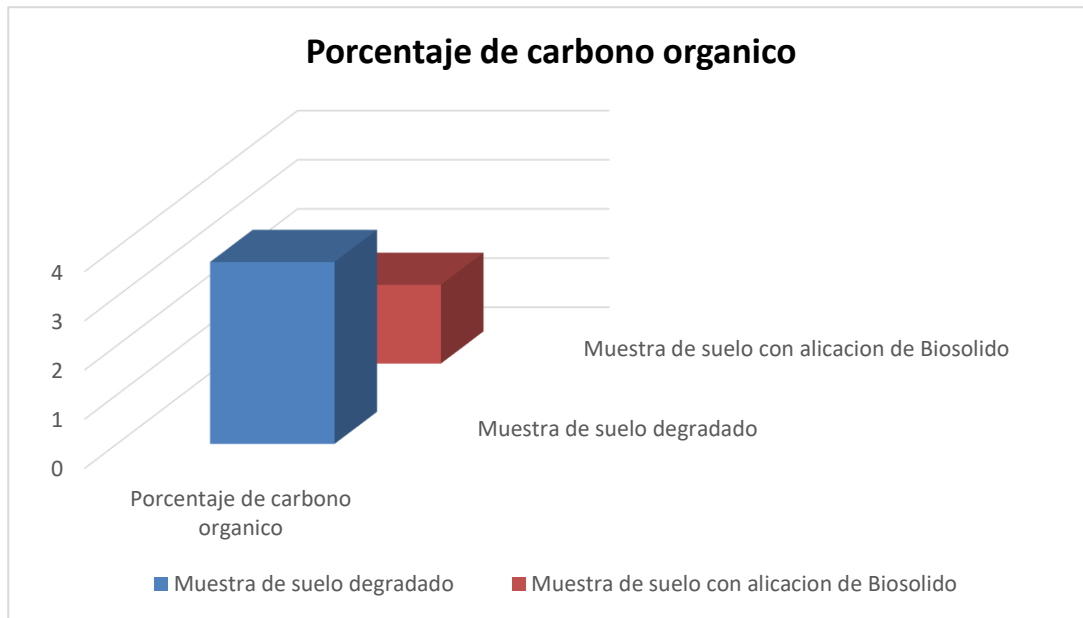


Nota: Porcentajes de Humedad de parámetros fisicoquímicos Finca Villa Alba antes y después de aplicación de Biosólidos vs los parámetros permisibles de la calidad del suelo

En la figura anterior se denota las variaciones de los porcentajes de humedad al suelo degradado, ya que al aplicar el Biosolido aumenta significativamente el porcentaje de humedad, ya que este es un valor importante para el desarrollo adecuado en el suelo por un suelo franco-limoso con porcentajes de arcilla aumenta la capacidad de retención de humedad en este tipo de suelo. Es por ello, que la aplicación del biosólidos contribuye a que se desarrollen adecuadamente las semillas y controla las malas hierbas en el momento de la preparación del terreno incorporando materia orgánica al suelo.

✚ **Porcentaje de Carbono orgánico**

Figura 19 *Análisis Humedad final*



Nota: Porcentajes de Carbono Orgánico de parámetros fisicoquímicos Finca Villa Alba antes y después de aplicación de Biosólidos vs los parámetros permisibles de la calidad del suelo

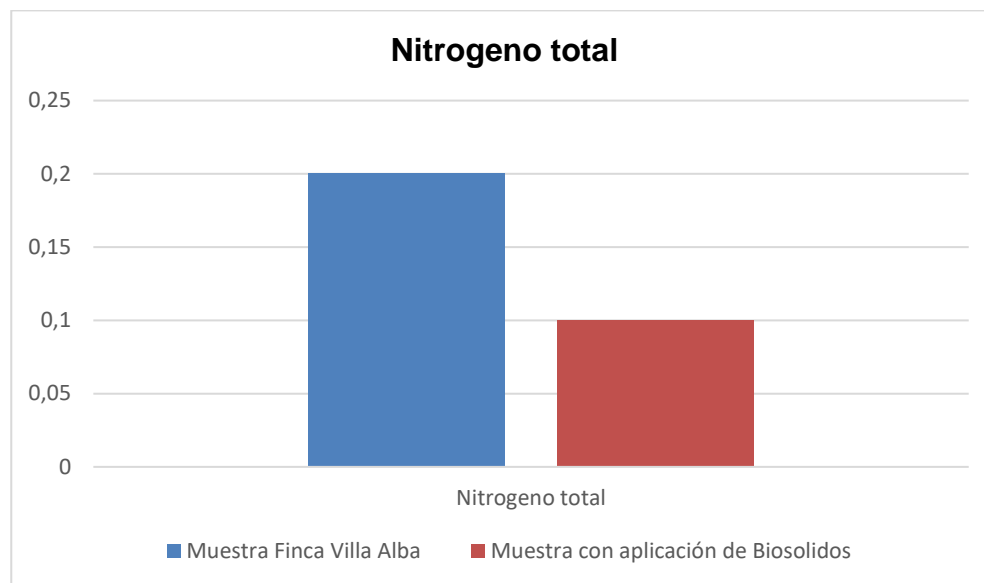
La grafica anterior evidencia una disminución de los valores de carbono orgánico, ya que por las actividades de agricultura se vio afectado y con la aplicación de Biosólido generó un aumento en la disponibilidad de nutrientes en el suelo, este parámetro es muy importante ya que el suelo aumenta su capacidad de retención del agua, además de mejorar su estructura física y la fertilidad para dar paso a cultivos.

Para autores como Potisek-Talavera, et. all (2010) dentro del análisis realizado posterior a la aplicación de bisolidos incrementaron el contenido de nitratos y fósforo aprovechable en el suelo

hasta una profundidad de 35 cm, además, la concentración de micronutrientes se incrementó en todo el perfil de suelo objeto de estudio.

- **Nitrógeno total**

Figura 20. *Análisis Nitrógeno final*



Nota: Porcentajes de Nitrógeno total de parámetros fisicoquímicos Finca Villa Alba antes y después de aplicación de Biosólidos vs los parámetros permisibles de la calidad del suelo

La grafica 8, denota el valor obtenido de la muestra, en donde se observan en la muestra inicial 0,2 y la final 0,1, ocurriendo una variación en los resultados de Nitrógeno, un valor deficiente de acuerdo a la tabla de consideraciones generales para interpretar análisis químicos de suelo del IGAC. Donde se atribuye al manejo inadecuado de este suelo por desarrollo de actividad agrícola ya que la deficiencia de nitrógeno acarrea problemas para las plantas que hace que el crecimiento

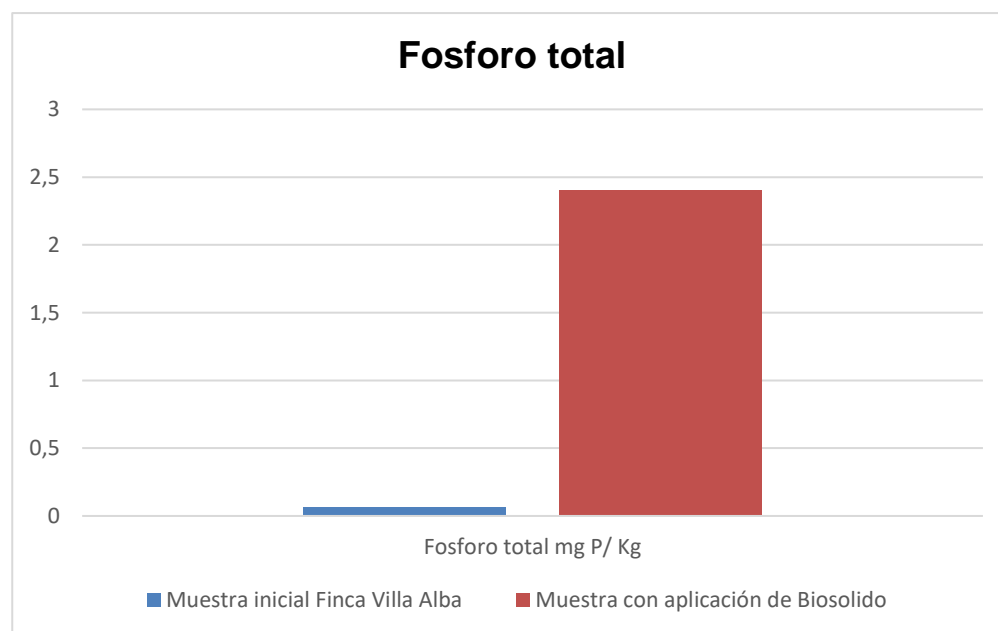


de las mismas sea más lento y además muestren un aspecto débil. No obstante, el nitrógeno se considera un elemento esencial de todos los seres vivos, un macronutriente.

Además, es un componente específico de la proteína, también está presente en la mayoría de las combinaciones orgánicas de vegetales. En la actualidad, está comprobado que este es el factor limitante más común para el crecimiento de las plantas, y un suministro insuficiente de este nutriente puede provocar una disminución significativa en el rendimiento de las plantas. Al mismo tiempo, directa o indirectamente, la fuente de material proteico asegura la nutrición general de humanos y animales. Tanto su deficiencia como el exceso en el suelo tienen un impacto importante en la salud y productividad de los ecosistemas del mundo.

- **Fosforo total**

Figura 21. *Análisis Fosforo total final*





Nota: Porcentajes de Fosforo total de parámetros fisicoquímicos Finca Villa Alba antes y después de aplicación de Biosólidos vs los parámetros permisibles de la calidad del suelo

La Figura anterior, denota un aumento significativo en los valores Fosforo desarrollando macronutrientes en el suelo, ya que para la agricultura se necesita altos valores de este mineral. No obstante, se observa grandes diferencias entre los valores aportando requerimientos nutricionales por parte del Biosólido aplicado aumentando la capacidad de retención de nutrientes.

En los resultados expuestos por Bermúdez (2013), con la aplicación del Biosólido se evidencia un incremento en los valores de Fosforo, lo que conlleva a que disponibilidad de este elemento para las plantas sea alta, lo que indica una significativa fijación de este elemento en las celdas con biosólido.

Actividad 3.2. Formulación de recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados de las actividades anteriores y de acuerdo a las restricciones estipuladas en el Artículo 10 del Decreto 1287 de 2014 la aplicación de Biosólidos para recuperar suelos no se debe efectuar en playas, páramos y cuerpos de agua, en suelos cuyo nivel freático máximo se encuentre a menos de un (1) metro de profundidad con respecto a la superficie del terreno y en aquellos suelos en los que se genere un efecto de nivel freático colgante.

Además, esta aplicación es restrictiva para zonas aledañas a fuentes de captación subterráneas de agua para consumo humano o animal, en un radio inferior de cien (100) metros. Igualmente, para fuentes superficiales de captación de agua para consumo humano o animal, en una franja mínima de treinta 30 metros medidos en paralelas a las líneas de mareas máximas. En el caso de



los nacimientos de fuentes de agua, en una extensión de por lo menos cien 100 metros a la redonda, medidos a partir de su periferia.

Con respecto a la comunidad, se recomienda caracterizar por lotes los biosólidos de acuerdo con los métodos certificados internacionales, nacionales y reglamentaciones técnicas vigentes. Además de tener a disposición de las autoridades competentes, información detallada sobre la caracterización y las cantidades de biosólidos producidos y entregados, así como también contar con un plan de Prevención y gestión del riesgo.

Es ideal que en estas zonas donde claramente las actividades agropecuarias y ganaderas, son las que representa el mayor aporte económico, se presenta claramente la degradación de las condiciones del suelo; por lo tanto se debe enfocar en dar conocer a las personas como realizar estas actividades de una manera adecuada, es decir de forma sostenible en el tiempo y que exista una garantía que a pesar del desarrollo de la misma, no signifique altos impactos negativos, de aquí deriva la importancia de concientizar y dar a conocer la realidad a estas comunidades





7. Conclusiones

En la aplicación de biosólidos obtenidos en la Ptar de Becerril para restauración de suelos degradados por la agricultura tradicional en La Finca Villa Alba-San Jose De Oriente(La Paz) Cesar se observó primeramente que las condiciones del suelo, se han visto gravemente afectadas, por la intensificación de las actividades agrícolas, que ha traído consigo la pérdida de fertilidad y erosión en el suelo, claramente esto representa unos impactos negativos ambientales y económicos, para la población que habita en estas tierras.

En nuestra investigación, avalado por el Decreto 1287 de 2014 y con las características fisicoquímicas y microbiológicas del biosólido generado en la planta de tratamiento de aguas residuales Becerril, denotamos que este se clasifica como tipo B siendo óptimo en la recuperación de suelos degradados por agricultura. Además, que los biosólidos son viables para la utilización como agente recuperador de suelos en la Finca Villa Alba, el cual luego de un análisis no presenta ningún tipo de restricción para su aplicación.

Por consiguiente, los Biosólidos tienen un alto potencial de aprovechamiento agrícola puesto que su contenido de nutrientes y de materia orgánica puede ser aprovechado por suelos y cultivos determinados, además, para una óptima aplicación se debe cumplir tanto en términos de normativa ambiental como de calidad. Cabe destacar que la aplicación al suelo es una forma excelente de reciclar los sólidos contenidos en aguas residuales controlando la calidad del material, ya que los Biosólidos retoman nutrientes valiosos al terreno y mejoran las condiciones para el crecimiento de la vegetación.



Además, evaluando la eficiencia del biosólido en la recuperación de suelos degradados por la agricultura las condiciones del suelo mejoraron con respecto los parámetros fisicoquímicos dentro de valores permisibles. En el mismo contexto, el Biosólido estudiado y su aplicación no presenta ningún tipo de restricción con respecto a las concentraciones físico-químicas del biosólido, en cuanto a la concentración microbiológicas el biosólido cumple con los valores máximos permisibles para ser clasificado en la Categoría B, este puede destinarse para la recuperación, restauración y mejoramiento de suelos degradados y en actividades de revegetalización y paisajismo.



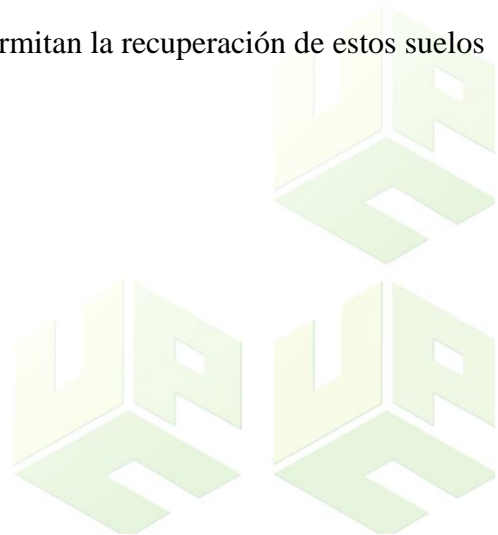


8. Recomendaciones

- ✚ Se recomienda a las entidades públicas del orden nacional que adelanten acciones de recuperación, mejoramiento o restauración de suelos degradados por agricultura, ya que podrán promover el uso de los biosólidos, de acuerdo con las alternativas de uso establecidas en el presente decreto.

- ✚ No obstante, la adición de cal al Biosólido mejora las condiciones de tratamiento ya que responde a las necesidades de desinfección para uso agrícola, además de optimizar el tratamiento con una cobertura con pilas ya que esto permite conservar los factores de estabilización y desinfección por más tiempo.

- ✚ Realizar actividades de estudio de las condiciones del suelo, en predios que han sido altamente cultivables y generar programas que permitan la recuperación de estos suelos





Bibliografía

- Alcaldía La Paz. (2020). *Información del municipio*. Obtenido de Alcaldía La Paz:
<http://www.lapazrobles-cesar.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Bermúdez, A. (2013). *RESTAURACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDO PRODUCIDO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL SALITRE EN BOGOTÁ D. C.* Bogotá: UNIVERSIDAD LIBRE.
- Cordero, I. (2015). *Respuesta ecofisiológica de Caesalpinia spinosa (Mol.) Kuntze a condicionantes abióticos, bióticos y de manejo, como referente para la restauración y conservación del bosque de nieblas de Atiquipa (Perú)*. Madrid: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID .
- CORPOCESAR. (2016). *Identificación, formulación e implementación de medidas integrales para la conservación y recuperación del recurso suelo*. Valledupar.
- CORPOCESAR. (2020). *Restauración Ecológica Integral del Cesar: “Por la Resiliencia Climática y la sostenibilidad económica Territorial”*. Valledupar. Obtenido de <https://www.corpocesar.gov.co/files/PAI-2020-2023%20Corpocesar%20Restauracion%20Ecologica.pdf>
- Díaz, L. C. (2017). *Remediación de suelos alterados por actividad de minería del carbón a cielo abierto, mediante aplicación de Biochar procedente de residuos Biomásicos de la palma*



de aceite en la zona carbonífera del departamento del Cesar. Medellín : UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.

FAO. (2009). *Guía para la Descripción del suelo.* Roma: FAO .

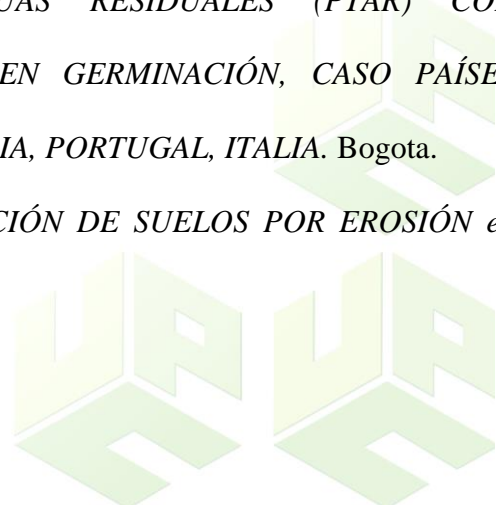
Guacaneme, J., & Barrera, I. (2017). EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS, COMO ENMIENDA ORGÁNICA, EN LA RECUPERACIÓN DE UN SUELO DISTURBADO POR ACTIVIDAD EXTRACTIVA EN LA CANTERA DE SORATAMA, LOCALIDAD DE USAQUÉN, BOGOTÁ. *UNIVERSITAS SCIENTIARUM*, 85-98.

Guacaneme, J., & Barrera-Cataño, I. (2017). EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS, COMO ENMIENDA ORGÁNICA, EN LA RECUPERACIÓN DE UN SUELO DISTURBADO POR ACTIVIDAD EXTRACTIVA EN LA CANTERA DE SORATAMA, LOCALIDAD DE USAQUÉN, BOGOTÁ. *UNIVERSITAS SCIENTIARUM*, 85-98.

Hurtado, M. A. (2015). *PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE BIOSÓLIDOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) CON VERMICOMPOSTAJE Y SU APLICACIÓN EN GERMINACIÓN, CASO PAÍSES EUROPEOS: ESPAÑA, REINO UNIDO, FRANCIA, PORTUGAL, ITALIA.* Bogota.

IDEAM. (2015). *Estudio nacional de la DEGRADACIÓN DE SUELOS POR EROSIÓN en Colombia 2015.* Bogota D.C.: IDEAM.

IGAC. (s.f.). *Guía de Muestreo* . Bogota D.C.





Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Lizarazo, J. M., & Orjuela, M. I. (2013). *SISTEMAS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN COLOMBIA*. Bogotá.

Melo, A. R., Rodríguez, A., & González, J. M. (2017). Manejo de biosólidos y su posible aplicación al suelo, caso Colombia y Uruguay. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 217-226.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2014). *DECRETO 1287 DE 2014*. Bogotá D.C.

Murillo, J. (2008). *La investigación científica*.

Rincón, S., & Cepeda, J. (2015). *ANÁLISIS DEL USO DE BIOSÓLIDOS PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR PROYECTOS MINEROS QUE SE ENCUENTRAN EN FASE DE CIERRE Y ABANDONO EN BOGOTÁ D.C.* Bogotá .

Rosa, E. L. (2018). *Cambios de las propiedades fisicoquímicas del suelo en las laderas del cerro Concacucho post forestación en la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima*.
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN.

Sánchez, F. (13 de junio de 2017). *Colombia: el panorama en Cesar y Caquetá debido a erosión y conflicto de uso de suelos*. Obtenido de MONGABAY LATAM periodismo ambiental independiente: <https://es.mongabay.com/2017/06/colombia-panorama-erosion-conflicto-uso-suelos-cesar-caqueta/>



Sierra, L. (2010). *EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE LA LEMNA S.P COMO ALTERNATIVA EN EL POST-TRATAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA LAGUNA ANAEROBIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO EL SALGUERO - MUNICIPIO DE VALLEDUPAR, CESAR*. Valledupar.

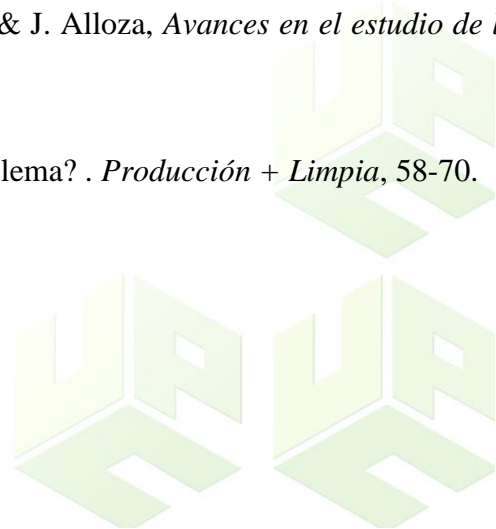
Superservicios. (2018). *EVALUACIÓN INTEGRAL DE PRESTADORES EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE BECERRIL - EMBECERRIL E.S.P.* Bogota D.C.

Torres, P., Silva, J. A., Parra, B. A., Cerón, V., & Madera, C. A. (2015). INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS SOBRE EL SUELO, LA MORFOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR. *CIENCIAS AGROPECUARIAS*, 69-79.

Urrego, D. A. (2014). *GUÍA PARA EL USO DE BIOSÓLIDOS EN RECUPERACION DE SUELOS DISTURBADOS*. Bogota: UNIVERSIDAD LIBRE .

Valdecantos, A., Fuentes, D., & Cortina, J. (2004). UTILIZACIÓN DE BIOSÓLIDOS EN LA RESTAURACIÓN FORESTAL. En V. Vallejo, & J. Alloza, *Avances en el estudio de la gestión del monte Mediterráneo* (págs. 313-344).

Velez, J. (2007). Los biosólidos: ¿una solución o un problema? . *Producción + Limpia*, 58-70.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA,**



ANEXOS





Anexo A. Informe laboratorio Finca Vila Alba

**Laboratorio Ambiental y de Alimentos
Nancy Flórez García**
Confiableidad a toda prueba

COD: RO-104 Ver: 09 del 14 de Enero de 2022

INFORME DE ENSAYOS
N° 59656

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
EMPRESA : DAVID ENRIQUE VIÑA LUQUE	DIRECCIÓN : MANAURE	NOMBRE : SUELOS	LUGAR DE MUESTREO : SAN JOSE ORIENTE
CONTACTO : DAVID VIÑA	CARGO : PARTICULAR	PUNTO DE MUESTREO : FINCA VILLA ALVA	TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
		PLAN DE MUESTREO : N.S	PROC. DE MUESTREO : N.S

NIT : 1065638747	Ciudad : VALLEDUPAR
TELÉFONO : 3046445171	
HORA MUESTRA : 11:00	MUESTREO : 2022/01/31
RECEPCIÓN : 2022/01/31	INICIO ENSAYOS : 2022/02/21
FINAL ENSAYOS : 2022/03/02	INFORME : 2022/03/03

Fisicoquímico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Carbono Organico Total % (S)	NTC 5403 Walkley & Black - Volumetría	-	2022/03/02	3,7
Fosforo Total % (S)	NTC 6259 Colorimetría - Colorimetría	-	2022/03/02	0,062
Humedad % (S)	NTC 1495 - Gravimetría	-	2022/03/02	23,22
Nitrogeno Total % (S)	NTC 5889 - Volumetría	-	2022/03/02	0,2
PH (S)	EPA 9045D - Electrométrico	-	2022/03/02	6,56
Textura -Arcilla % (S)	IGAC - Bouyoucos	0,10	2022/03/02	7
Textura -Arená % (S)	IGAC - Bouyoucos	0,1	2022/03/02	46
Textura -Limo % (S)	IGAC - Bouyoucos	0,1	2022/03/02	47

Microbiológico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Coliformes Fecales NMP/g (S)	EPA 1680 - Fermentación Tubos Múltiples	3,0000	2022/03/02	1100

NOTA :
La muestra a la que se refieren los resultados que figuran en este informe de ensayos, excepto la fecha de recepción, fecha de inicio de ensayo, fecha final de ensayos y fecha de informe han sido proporcionados por el cliente o un tercero de conformidad con las directrices del cliente. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra y por tanto se refieren única y exclusivamente a dicha muestra. El Laboratorio no es responsable del origen o la fuente de dónde ha sido extraída la muestra.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado N.R: Parametro no requerido por la especificación (SNA) Subcontratado No Acreditado
(A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.
El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.
Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros indicados con (A) según Resolución N° 0398 de 02 de mayo 2019 " por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCÍA SAS, para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

Autorizó Informe de Ensayos

 DANIEL GOMEZ GALINDO TP: PQ-07031 Coordinador Técnico de Laboratorio	 VALERIA TRESPALACIOS Jefe de Microbiología	 YORLENIS FRAGOZO CASTILLA Jefe de Informes
---	--	--

Página 1 de 2

Teléfonos: 5732963 EXT 301 - 3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co
Sede Operativa: Cra 15 No 13c 72 Barrio Alfonso López - Tel:5732963 EXT 300 - Valledupar



Anexo B. Informe de laboratorio parametros fisicoquimicos Finca Villa Alba despues de aplicado Biosolido

Laboratorio Ambiental y de Alimentos
Nancy Flórez García
Confiability a toda prueba

COD: RO-104 Ver: 10 del 11 de Abril de 2022

INFORME DE ENSAYOS
Nº 64159

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
EMPRESA : DAVID ENRIQUE VIÑA LUQUE
DIRECCIÓN : MANAURE
CONTACTO : DAVID VIÑA
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065638747
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELÉFONO : 3046445171

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA
NOMBRE : SUELOS
LUGAR DE MUESTREO : SAN JOSE ORIENTE
PUNTO DE MUESTREO : FINCA VILLA ALVA
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

CODIGO : 220490284
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

HORA MUESTRA : 13:40
MUESTREO : 2022/04/27
RECEPCIÓN : 2022/04/27
INICIO ENSAYOS : 2022/05/03
FINAL ENSAYOS : 2022/05/26
INFORME : 2022/05/26

Físicoquímico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Carbono Organico Total % (S)	NTC 5403 Walkley & Black - Volumetría	-	2022/05/23	1,69
Fósforo Total mg P/Kg (SNA)	NaNO ₃ /KNO ₃ -B -	30	2022/05/26	54
Humedad % (S)	NTC 1495 - Gravimetría	-	2022/05/23	35,39
Nitrogeno Total % (S)	NTC 5889 - Volumetría	-	2022/05/23	0,17
pH (S)	EPA 9045D - Electrométrico	-	2022/05/23	6,99
Textura (S)	IGAC - Bouyoucos	-	2022/05/24	Franco-Limoso
Microbiológico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Coliformes Fecales NMP/g (S)	EPA 1680 - Fermentación Tubos Múltiples	3,0000	2022/05/23	220000

NOTA :
La muestra a la que se refieren los resultados que figuran en este informe de ensayos, excepto la fecha de recepción, fecha de inicio de ensayo, fecha final de ensayos y fecha de informe han sido proporcionados por el cliente o un tercero de conformidad con las directrices del cliente. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra y por tanto se refieren única y exclusivamente a dicha muestra. El Laboratorio no es responsable del origen o la fuente de dónde ha sido extraída la muestra.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado N.R: Parametro no requerido por la especificación (SNA) Subcontratado No Acreditado
(A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.
El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.
Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros indicados con (A) según Resolución Nº 0398 de 02 de mayo 2019 " por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCIA SAS, para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.
La información consignando en los campos de Información del Cliente e Información de la Muestra (Lugar de Muestreo, Punto de Muestreo, Tipo de Muestra y Fecha de Muestreo) es definida por el cliente. Adicionalmente para la matriz agua envasada además los campos Lote y Registro Sanitario.
Para los informes de ensayo que conlleven declaración de conformidad, esta será realizada basado en la regla de decisión "Declaración Binaria para una Regla de Aceptación Simple" conforme a lo descrito en la Guía para Establecer Reglas de Decisión en la Declaración de Conformidad ILAC-G8:09/2019.

Página 1 de 2

Teléfonos: 5732963 EXT 301 - 3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co
Sede Operativa: Cra 15 No 13c 72 Barrio Alfonso López - Tel:5732963 EXT 300 - Valledupar



Laboratorio Ambiental y de Alimentos
Nancy Flórez García
 Confiabilidad a toda prueba

COD: RO-104 Ver: 10 del 11 de Abril de 2022

INFORME DE ENSAYOS
 N° 64159

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
EMPRESA	: DAVID ENRIQUE VIÑA LUQUE	NOMBRE	: SUELOS
DIRECCIÓN	: MANAURE	LUGAR DE MUESTREO	: SAN JOSE ORIENTE
CONTACTO	: DAVID VIÑA	PUNTO DE MUESTREO	: FINCA VILLA ALVA
CARGO	: PARTICULAR	TIPO DE MUESTRA	: SIMPLE
		PLAN DE MUESTREO	: N.S
		PROC. DE MUESTREO	: N.S

INFORMACIÓN DE CONTACTO		INFORMACIÓN DE MUESTREO	
NIT	: 1065638747	HORA MUESTRA	: 13:40
CIUDAD	: VALLEDUPAR	MUESTREO	: 2022/04/27
TELÉFONO	: 3046445171	RECEPCIÓN	: 2022/04/27
		INICIO ENSAYOS	: 2022/05/03
		FINAL ENSAYOS	: 2022/05/26
		INFORME	: 2022/05/26

INFORMACIÓN DE IDENTIFICACIÓN	
CODIGO	: 220490284
LOTE	: N.A
REGISTRO INVIMA	: N.A

Autorizó Informe de Ensayos

DANIEL GOMEZ GALINDO	VALERIA TRESPALACIOS	YORLENIS FRAGOZO CASTILLA
TP: PQ-07031	Jefe de Microbiología	Jefe de Informes
Coordinador Técnico de Laboratorio		

Fin de Informe

Firmado digitalmente por:
 FRAGOZO CASTILLA YORLENIS
 Fecha y hora: 26.05.2022
 14:13:09

Página 2 de 2

Teléfonos: 5732963 EXT 301 - 3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co
 Sede Operativa: Cra 15 No 13c 72 Barrio Alfonso López - Tel:5732963 EXT 300 - Valledupar





Anexo C. Informe de parametros fisicoquimicos PTAR Becerril

Laboratorio Ambiental y de Alimentos
Nancy Flórez García
Confiability a toda prueba

COD: RO-104 Ver: 09 del 14 de Enero de 2022

INFORME DE ENSAYOS
Nº 59657

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		NIT : 1065638747
EMPRESA	: DAVID ENRIQUE VIÑA LUQUE	CIUDAD : VALLEDUPAR
DIRECCIÓN	: MANAURE	TELÉFONO : 3046445171
CONTACTO	: DAVID VIÑA	
CARGO	: PARTICULAR	

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		HORA MUESTRA : 08:15
NOMBRE	: LODOS	MUESTREO : 2022/01/31
LUGAR DE MUESTREO	: STNR BECERRIL	RECEPCIÓN : 2022/01/31
PUNTO DE MUESTREO	: TERCERA LAGUNA	INICIO ENSAYOS : 2022/02/21
TIPO DE MUESTRA	: SIMPLE	FINAL MUESTRA : 2022/03/02
PLAN DE MUESTREO	: N.S	INFORME : 2022/03/03
PROC. DE MUESTREO	: N.S	
	CODIGO : 220185642	
	LOTE : N.A	
	REGISTRO INVIMA : N.A	

Fisicoquimico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Carbono Organico Total % (S)	NTC 5167 Walkley Black - Volumetría	-	2022/03/02	9,2
Fosforo Total % (S)	NTC 234 Colorimetría - Colorimetría	-	2022/03/02	0,33
Humedad % (S)	NTC 35 Gravimetría - Gravimetría	-	2022/03/02	84,5
Nitrogeno Total % (S)	Cálculo - Volumetría	-	2022/03/02	1,12
PH (S)	LBC 44 Potenciometría - Potenciométrico	0	2022/03/02	6,98
Textura -ARCILLA % P/p (S)	IGAC - Bouyoucos	0,1	2022/03/02	<0,1
Textura -Arena % (S)	IGAC - Bouyoucos	0,1	2022/03/02	79
Textura -LIMO % P/P (S)	IGAC - Bouyoucos	0,1	2022/03/02	21

Microbiologico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Coliformes Fecales NMP/g (S)	EPA 1680 - Fermentación Tubos Múltiples	3,0000	2022/03/02	140000

NOTA :
La muestra a la que se refieren los resultados que figuran en este informe de ensayos, excepto la fecha de recepción, fecha de inicio de ensayo, fecha final de ensayos y fecha de informe han sido proporcionados por el cliente o un tercero de conformidad con las directrices del cliente. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra y por tanto se refieren única y exclusivamente a dicha muestra. El Laboratorio no es responsable del origen o la fuente de donde ha sido extraída la muestra.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado N.R: Parametro no requerido por la especificación (SNA) Subcontratado No Acreditado
(A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.
El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de analisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.
Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros indicados con (A) según Resolución Nº 0398 de 02 de mayo 2019 * por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCIA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCIA SAS., para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

Autorizó Informe de Ensayos

 DANIEL GOMEZ GALINDO TP: PQ-07031 Coordinador Técnico de Laboratorio	 VALERIA TRESPALACIOS Jefe de Microbiología	 YORLENIS FRAGOZO CASTILLA Jefe de Informes
--	---	---

Página 1 de 2

Teléfonos: 5732963 EXT 301 - 3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co
Sede Operativa: Cra 15 No 13c 72 Barrio Alfonso López - Tel:5732963 EXT 300 - Valledupar



Laboratorios Nancy Flórez García SAS

Laboratorio Ambiental y de Alimentos
Nancy Flórez García
Confiabilidad a toda prueba

COD: RO-104 Ver: 09 del 14 de Enero de 2022

INFORME DE ENSAYOS
Nº 59657

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
EMPRESA	: DAVID ENRIQUE VIÑA LUQUE	NOMBRE DE LODOS	: N.S
DIRECCIÓN	: MANAURE	LUGAR DE MUESTREO	: STNR BECERRIL
CONTACTO	: DAVID VIÑA	PUNTO DE MUESTREO	: TERCERA LAGUNA
CARGO	: PARTICULAR	TIPO DE MUESTRA	: SIMPLE
		PLAN DE MUESTREO	: N.S
		PROC. DE MUESTREO	: N.S
		CODIGO	: 220185642
		LOTE	: N.A
		REGISTRO INVIMA	: N.A

NIT : 1065638747
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELÉFONO : 3046445171

HORA MUESTRA : 08:15
MUESTREO : 2022/01/31
RECEPCIÓN : 2022/01/31
INICIO ENSAYOS : 2022/02/21
FINAL ENSAYOS : 2022/03/02
INFORME : 2022/03/03

Fin de Informe

Firmado digitalmente por:
FRAGOZO CASTILLA YORLENIS
Fecha y hora: 03.03.2022
15:00:37

Teléfonos: 5732963 EXT 301 - 3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co
Sede Operativa: Cra 15 No 13c 72 Barrio Alfonso López - Tel:5732963 EXT 300 - Valledupar

Página 2 de 2





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA,**

