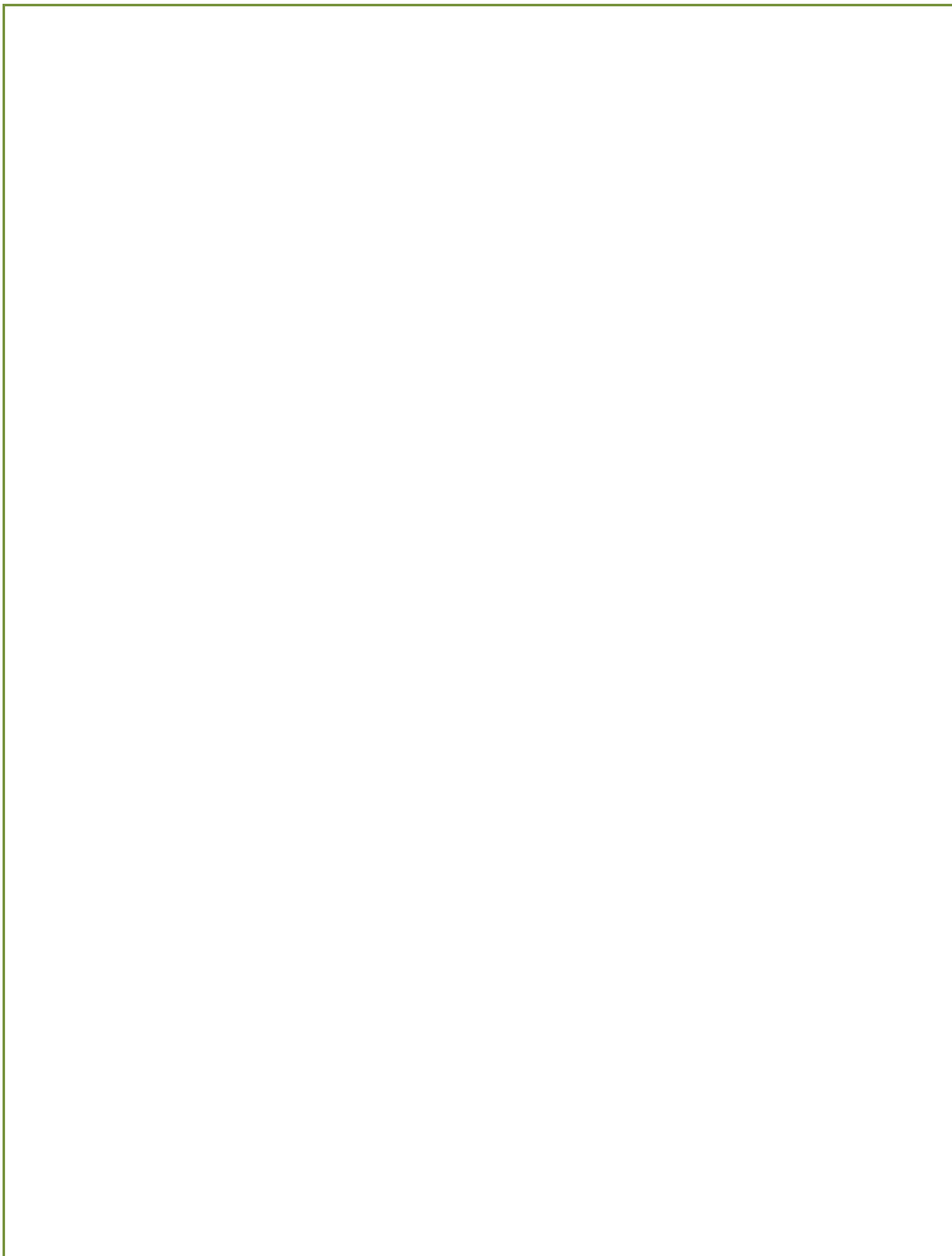




**RECUPERACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR INCENDIOS FORESTALES UTILIZANDO
GRAMÍNEA (BRACHIARIA DECUMBENS STAPF) EN LA FINCA TIO VIVA UBICADA EN EL
CENTRO POBLADO LAGUNITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR, DEPARTAMENTO DE
LA GUAJIRA.**

AUTORES

CESAR ENRIQUE NIEVES ARAUJO

BRAYAN ENRIQUE BROCHERO PÉREZ

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR / CESAR**

2022

**RECUPERACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR INCENDIOS FORESTALES UTILIZANDO
GRAMÍNEA (BRACHIARIA DECUMBENS STAPF) EN LA FINCA TIO VIVA UBICADA EN EL
CENTRO POBLADO LAGUNITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR, DEPARTAMENTO DE
LA GUAJIRA.**

AUTORES

CESAR ENRIQUE NIEVES ARAUJO

BRAYAN ENRIQUE BROCHERO PÉREZ

DIRECTOR

JOSE MAURICIO PEREZ

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR-CESAR

2022

DEDICATORIA

Este logro va dedicado a nuestros padres Senia luz Araujo Manjarrez, Yoryi enrique Nieves Guerra, Licensia Pérez De la Cruz, Enrique de Jesús Brochero Mercado, familiares, amigos y compañeros de estudios, por impulsarnos a ser cada día mejores personas. Pero sobre todo enseñarnos la importancia de ser constantes, aprender de nuestros errores, para alcanzar nuestros objetivos propuestos.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios por darnos la vida, a los profesores de la facultad de ingeniería y tecnología de la universidad popular del César, quienes con su conocimiento han aportado a nuestro crecimiento académico y personal a lo largo de toda la carrera.

A nuestros padres Senia luz Araujo Manjarrez, Yoryi Enrique Nieves Guerra, Licensia Pérez De la Cruz, Enrique de Jesús Brochero Mercado, familiares, amigos y compañeros de estudios, por impulsarnos a ser cada día mejores personas. Pero sobre todo enseñarnos la importancia de ser constantes, aprender de nuestros errores, para alcanzar nuestros objetivos propuestos.

A nuestro director de proyecto José Mauricio Pérez Royero quien con su conocimiento y experiencia nos direccionó para lograr los objetivos planteados.

En general, a todos los involucrados en este proyecto, les agradecemos por su apoyo y compromiso.



RESUMEN

De acuerdo a la Oficina Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres, para el año 2021, en el departamento de La Guajira se registraron 15 incendios forestales que han afectado 260 hectáreas de bosques de cultivos y bosques secos; El objetivo general de la investigación fue la recuperación de suelos afectados por incendios forestales utilizando el tipo de gramínea *Brachiaria decumbens* Stapf en la finca Tío Viva, ubicada en el centro poblado Lagunita, la Guajira, a través del desarrollo de 3 etapas, la primera, establecer las condiciones actuales de los suelos afectados por incendios forestales, luego la realización de un montaje piloto utilizando el tipo de gramínea *Brachiaria decumbens* Stapf para la recuperación de suelos afectados por incendios forestales y por último, la formulación de estrategias para la recuperación y preservación del suelo afectado por incendios forestales, como resultado de la investigación se pudo concluir que la gramínea *Brachiaria decumbens* Stapf posee un alto porcentaje de eficiencia en la recuperación de los suelos afectados por incendios forestales, mejorando las condiciones fisicoquímicas, a través del aporte de nutrientes vitales en los procesos naturales del suelo, evidenciando una mayor eficiencia en el Tratamiento 3 (*Brachiaria decumbens* stapf con compost 10 gramos) implementado en la parcela 3 y 6, mientras que, las parcelas con menor crecimiento fueron la parcela 1 y 4 (*Brachiaria decumbens* stapf sin compost).

Palabras claves: Incendios forestales, recuperación, suelo, tratamiento.

ABSTRAC

According to the Departmental Office for Disaster Risk Management, by the year 2021, in the department of La Guajira, 15 forest fires have burned, affecting 260 hectares of cultivated forests and dry forests; The general objective of the research was the recovery of soils affected by forest fires using the type of grass *Brachiaria decumbens* Stapf in the Tío Viva farm, located in the Lagunita town center, La Guajira, through the development of 3 stages, the first, establish the current conditions of the soils affected by forest fires, then carry out a pilot assembly using the type of grass *Brachiaria decumbens* Stapf for the recovery of soils affected by forest fires and finally, the formulation of strategies for the recovery and preservation of the soil affected by forest fires, as a result of the investigation it was possible to conclude that the grass *Brachiaria decumbens* Stapf has a high percentage of efficiency in the recovery of soils affected by forest fires, improving the physicochemical conditions, through the contribution of vital nutrients in the natural processes of the soil, evidencing a greater efficiency in Treatment 3 (*Brachiaria decumbens* stapf with compost 10 grams) implemented in plots 3 and 6, while the plots with less growth were plots 1 and 4 (*Brachiaria decumbens* stapf without compost).

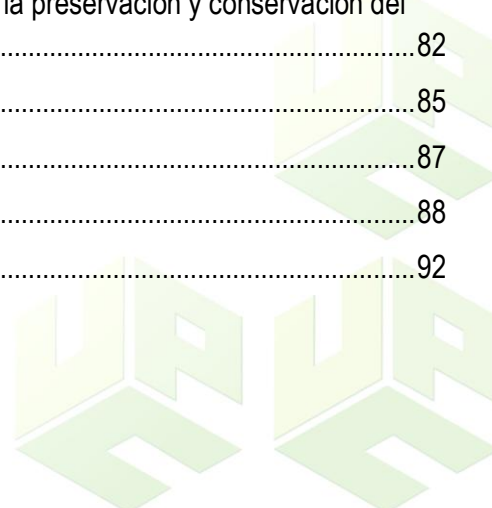
Keywords: Forest fires, recovery, soil, treatment.



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	11
1. TITULO DEL PROYECTO	12
2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA	13
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	16
4. OBJETIVOS.....	18
4.1. OBJETIVO GENERAL	18
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5. MARCO REFERENCIAL.....	19
5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
5.2. MARCO TEÓRICO	22
5.3. MARCO CONCEPTUAL	30
5.4. MARCO CONTEXTUAL.....	33
5.5. MARCO LEGAL.....	38
6. MARCO METODOLÓGICO.....	42
6.1 LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN	42
6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
6.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	42
6.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO	43
6.5 MUESTRA POBLACIONAL	43
6.6 DESARROLLO METODOLÓGICO	44
6.6.1 Realizar un diagnóstico ambiental sobre el estado actual de los suelos afectados por incendios forestales, en la finca Tío Viva, ubicada en el centro poblado de Lagunita, la Guajira.....	44
6.6.2 Realizar un montaje piloto utilizando el tipo de gramínea <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf para la recuperación de suelos afectados por incendios forestales.	46
6.6.3 Formular estrategias para la recuperación y preservación del suelo afectado por incendios forestales en la finca Tío Viva, ubicada en el centro poblado Lagunita, la Guajira,	

dependiendo su grado de afectación.	49
6.7 DISEÑO EXPERIMENTAL	50
7. ANALISIS Y RESULTADOS	53
7.1 Realizar un diagnóstico ambiental sobre el estado actual de los suelos afectados por incendios forestales, en la finca Tío Viva, ubicada en el centro poblado de Lagunita, la Guajira ...	53
7.1.1 Recolección de información primaria y secundaria.	53
7.1.2 Realizar un estudio de suelos del área afectada, para así determinar el grado de afectación en que se encuentra, dicho suelo.	55
7.1.3 Establecer el análisis cualitativo del resultado de la muestra tomada de suelo afectado	58
7.2 Realizar un montaje piloto utilizando el tipo de gramínea Brachiaria decumbens Stapf para la recuperación de suelos afectados por incendios forestales.	62
7.2.1 Identificar el sitio adecuado para establecer la parcela demostrativa	62
7.2.2 Establecimiento de la Gramínea (Brachiaria Decumbens Stapf)	64
7.2.3 Seguimiento de las parcelas	68
7.2.4 Análisis del suelo luego de la siembra y crecimiento de la gramínea	71
7.3 Formular estrategias para la recuperación y preservación del suelo afectado por incendios forestales en la finca Tío Viva, ubicada en el centro poblado Lagunita, la Guajira, dependiendo su grado de afectación.	82
7.3.1 Actividad 3.1 Plantear estrategias que conlleven a la preservación y conservación del recurso suelo.	82
8. CONCLUSIONES	85
9. RECOMENDACIONES	87
10. BIBLIOGRAFÍA	88
11. ANEXOS	92



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normatividad aplicable	38
Tabla 2 Parámetros fisicoquímicos	45
Tabla 3 Cantidad de compost aplicada por cada tratamiento.....	47
Tabla 4 Aplicación de tratamiento en parcelas.....	47
Tabla 1. Ficha técnica FERTIORGANIC.....	52
Tabla 5 Parámetros fisicoquímicos muestra de suelo.....	57
Tabla 6 Cantidad de compost aplicada por cada tratamiento.....	65
Tabla 7 Aplicación de tratamiento en parcelas.....	65
Tabla 8 Análisis comparativo resultados de laboratorio de suelo.....	72
Tabla 9 Estrategia 1. Articulación institucional	82
Tabla 10 Estrategia 2. Preservación y conservación de áreas de importancia ambiental	83
Tabla 11 Estrategia 3. Sensibilización ambiental de la comunidad.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Toma de muestra no disturbada de suelo con anillos metálicos	27
Figura 2. Diseño de los datos muestrales para un D.B.C.A.	29
Figura 3. Localización geográfica Municipio de San Juan del Cesar	33
Figura 4. Localización geográfica Centro Poblado Lagunita, La Guajira	34
Figura 5. Localización geográfica Finca Tío Vivo, San Juan del Cesar, La Guajira.....	34
Figura 6. Distribución de los tratamientos en el terreno.....	50
Figura 7 Toma de muestra inicial	56
Figura 8 Rotulación de la muestra inicial	56
Figura 9 Grafico textura del suelo	60
Figura 10 Grafico retención de humedad del suelo	61
Figura 11 Inspección terreno afectado por incendios forestales	63
Figura 12 Selección y limpieza del sitio para el montaje piloto	63
Figura 13 Delimitación de las parcelas	64
Figura 14 Preparación y arado del suelo	66
Figura 15 Señalización	66
Figura 16 Siembra de gramínea.....	67
Figura 17 Riego del cultivo	68

Figura 18 Registro fotográfico mes 1	69
Figura 19 Registro fotográfico mes 2	69
Figura 20 Registro fotográfico mes 3	70
Figura 21 Registro fotográfico mes 4	71
Figura 22 Grafico análisis comparativo carbono total	73
Figura 23 Grafico análisis comparativo intercambio catiónico	74
Figura 24 Grafico análisis comparativo textura del suelo	75
Figura 25 Grafico análisis comparativo Ph	76
Figura 26 Grafico análisis comparativo conductividad eléctrica	76
Figura 27 Grafico análisis comparativo fósforo	77
Figura 28 Grafico análisis comparativo nitrógeno total	78
Figura 29 Grafico análisis comparativo azufre	79
Figura 30 Grafico análisis retención de humedad	79
Figura 31 Grafico análisis retención de densidad aparente	80
Figura 32 Grafico análisis retención de densidad real	81



INTRODUCCION

De acuerdo al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del 15 de diciembre de 2020 al 22 de febrero de 2021 hubo en Colombia 1886 incendios forestales, y entre el 15 de diciembre de 2021 y el 22 de febrero de 2022 se presentaron 1672, lo que indica el alto porcentaje de incendios forestales en el país, los cuales producen graves daños ambientales por la destrucción de la cubierta forestal, muerte y huida de animales, la pérdida del suelo fértil, avance de la erosión, desaparición de ecosistemas, aumento en las emisiones de CO₂ a la atmosfera y desertificación, entre otros.

Con el objetivo de contribuir a la ejecución de acciones de prevención y control que eviten estos fenómenos durante la temporada de sequía, se formula el presente proyecto que busca la recuperación de suelos afectados por incendios forestales utilizando gramínea (*brachiaria decumbens* stapf) en la Finca Tío Viva ubicada en el Centro Poblado Lagunita, Municipio de San Juan del Cesar del Departamento De La Guajira, el cual consta de 3 etapas, la primera, establecer las condiciones actuales de los suelos afectados por incendios forestales, seguido de la realización de un montaje piloto utilizando el tipo de gramínea *Brachiaria decumbens* Stapf para la recuperación de suelos afectados por incendios forestales y por último, la formulación de estrategias para la recuperación y preservación del suelo afectado por incendios forestales, a fin de mejorar la productividad y fertilidad de los mismos, garantizando de esta manera el desarrollo sostenible de la región.

1. TITULO DEL PROYECTO

RECUPERACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR INCENDIOS FORESTALES
UTILIZANDO GRAMÍNEA (BRACHIARIA DECUMBENS STAPF) EN LA FINCA TÍO VIVA UBICADA
EN EL CENTRO POBLADO LAGUNITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR, DEPARTAMENTO
DE LA GUAJIRA.



2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA

Uno de los principales degradadores del paisaje natural, bosques, cultivo, paramos, afectación y pérdida de ecosistemas, contaminación del aire, son los incendios forestales. Estos incendios se atribuyen a la deshidratación de la vegetación, modificaciones de las variables climáticas que influyen en la propagación e intensidad del fuego (fenómeno "el niño"), La disponibilidad de combustibles y La sequía prolongada en la estación seca (Ojeda y otros, 2017) Cabe resaltar que los incendios forestales no solo son causados por factores ambientales, en este caso se ve involucrada la mano del hombre como fue expresado por la organización mundial de la salud (OMS, 2000) donde nos dice que "Los fuegos son un fenómeno recurrente que puede ser iniciados también por el hombre a menudo se asocian a actividades de tala y quema, que en condiciones de sequía pueden quedar fuera de control. En la mitad de los casos no se sabe cómo empezó el fuego. La negligencia humana es un factor frecuente"

Es importante resaltar que el impacto en el suelo dependerá de la topografía del sitio, la intensidad del proceso de erosión, la tasa de regeneración de la vegetación después del incendio, la recurrencia, la intensidad y la duración del incendio. El principal impacto de los incendios forestales radica en las características del suelo (físicas, químicas y biológicas) y el nivel de productividad. Estos efectos se transforman en: la producción de erosión, la pérdida de nutrientes, la reducción de materia orgánica, el cambio de vegetación, la pérdida y transformación de ecosistemas viene de la actividad antrópica que propende a los cambios en el uso del suelo del territorio, donde los incendios

ocasionados por el hombre suelen generar áreas disturbadas y la desaparición de la cobertura vegetal nativa y la alteración de los ecosistemas (Min ambiente, 2015).

Los incendios forestales son uno de los mayores detractores de la naturaleza, a nivel mundial estos incendios han estado presente desde siempre y por ende Colombia no se queda atrás en el país esta es una constante con la que año tras año toca lidiar, aclarando que este tiene un mayor incremento en los periodos de menor precipitación, como cuando se encuentra presente el fenómeno del niño. Estos incendios aportan una gran parte en la degradación de los páramos, selvas y ecosistemas boscosos del país. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Min Ambiente, 2011).

A su vez estos causan cambios en la composición química, física y biológica del suelo como la disminución de la retención de humedad, aumento del pH, la disminución de Ca, Mg, Na y K, el aumento de Fosforo, entre otros. Lo que afecta la seguridad alimentaria de la población y por otra parte se afecta la población microbiana del suelo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Min Ambiente, 2011).

En la temporada seca del año 2021 en el Departamento de La Guajira se registraron 15 incendios forestales que afectaron 260 hectáreas de bosques de cultivos y bosques secos, según reportó la Dirección Departamental de Gestión del Riesgo. Además, el meteorólogo José Radith Zúñiga explicó que la temporada seca en La Guajira va desde enero hasta marzo y que esta es muy marcada con un déficit de lluvias que podría alcanzar entre un 40% a un 45%. Las condiciones de periodos secos se presentan en los meses de enero, febrero y marzo, siendo enero el mes más seco

con promedio de 8,3 mm de precipitaciones. Esto conlleva a que se generen baja presencia de precipitaciones, baja el caudal de ríos, desabastecimiento de agua a nivel comunitario aumento en la aparición de incendios de cobertura vegetal lo que pone en riesgo la fauna y la flora presenten el departamento” (Guerrero, 2021).

La finca tío viva ubicada en el centro poblado del municipio de san juan de cesar, Guajira, cuenta con un gran nivel paisajístico, buenos cultivos de maíz, yuca, frijol, patilla y pastizales, los cuales se están viendo fuertemente afectados por estos incendios forestales, que han llevado a su vez a la migración y desaparición de una gran cantidad de fauna que se encontraba en la finca desde diferentes tipos de aves como son: Carpintero (*Picumnus cinnamomeu*), Colibrí (*Chlorostibon gibsoi*), Periquito (*Forpus passerinus*), Turpial (*Cacicus cela*), Cardenal (*Cardinalis phoenicuis*), por parte de los reptiles encontramos iguanas, Guarda caminos (*Leymadophis melanatus*), Lagartija (*La corte sp*), Bocadorá (*Botrops sp*) y ha sido una de las mayores problemáticas ambientales a nivel de la ganadería puesto que la quema de pastizales dificulta el alimento del ganado y ha bajado considerablemente la producción de leche, también afecta el aire por emisiones atmosféricas que producen los incendios el cual se convierte en un contribuyente para la contaminación.

Este centro poblado no cuenta como tal con un Sistema de Alerta Temprana (SAT). Con los cuales trabajan CORPOGUAJIRA y la oficina de gestión del riesgo, por ende, es difícil tener una forma para la prevención y mitigación de estos incendios en esta zona, lo que hace fundamental buscar medidas para la pronta recuperación y reforestación de los suelos afectados.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El Centro Poblado Lagunita ubicado en el Municipio de San Juan del Cesar, La Guajira son territorios dedicados a la agricultura y ganadería; La finca tío viva tiene una extensión de 20 hectáreas que son distribuidas en siembras de yuca, frijoles, patillas y pastoreo de ganado, los cuales presentan una alta amenaza frente a factores de riesgos naturales; De acuerdo al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2022) el departamento de La Guajira, se encuentra en alerta roja por alto riesgo de incendios forestales producto de la deforestación, quemas incontroladas, degradación de los ecosistemas forestales, entre otras prácticas insostenibles que generan presiones negativas sobre el ambiente, ocasionando la pérdida total y/o parcial de especies faunísticas y florísticas, infertilidad de los suelos, baja productividad, perdida de la cobertura vegetal.

Debido a la peligrosidad e intensidad que representan estos eventos las Autoridades ambientales que poseen jurisdicción en esta área Corpoguajira y la Oficina de Gestión del Riesgo Municipal han implementado medidas para la contención y mitigación de estos incendios forestales ejerciendo el control para evitar que estos sigan ocurriendo y la pronta recuperación de los suelos afectados, no obstante, debido a que las áreas afectadas superan la capacidad de gestión de estas entidades públicas, es posible encontrar municipios que no cuentan con la implementación de dichos programas, tal es el caso particular de la finca tío vivo, en la cual a la fecha no se han llevado a cabo estas estrategias, Por tal razón, y en aras de contribuir a la ejecución de acciones de prevención y control que eviten estos fenómenos durante la temporada de sequía, se formula el presente proyecto que busca establecer la línea base ambiental, pero además a través de la Gramínea (*Brachiaria*

Decumbens Stapf) recuperar los suelos afectados por incendios forestales a fin de mejorar la productividad y fertilidad de los mismos, garantizando de esta manera el sustento de muchas familias que habitan en este territorio, los cuales son los directamente afectados por los grandes incendios forestales que se presentan en esta región del país.



4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Recuperación de suelos afectados por incendios forestales utilizando gramínea (*brachiaria decumbens stapf*) en la Finca Tío Viva ubicada en el Centro Poblado Lagunita, Municipio de San Juan del Cesar, Departamento de La Guajira.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer las condiciones actuales de los suelos afectados por incendios forestales, en la finca Tío Viva ubicada en el centro poblado Lagunita, Municipio De San Juan Del Cesar, Departamento De La Guajira.

2. Realizar un montaje piloto utilizando el tipo de gramínea *Brachiaria decumbens Stapf* para la recuperación de suelos afectados por incendios forestales, en la finca Tío Viva ubicada en el Centro Poblado Lagunita, Municipio de San Juan del Cesar, Departamento de La Guajira.

3. Formular estrategias para la recuperación y preservación del suelo afectado por incendios forestales en la finca Tío Viva ubicada en el Centro Poblado Lagunita, Municipio de San Juan del Cesar, Departamento de La Guajira.



5. MARCO REFERENCIAL

5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Internacional

Un estudio realizado en Santiago o de Compostela, España titulado “Utilización de paja en la recuperación de suelos afectados por incendios forestales”, donde evaluaron, bajo condiciones de campo, la eficacia de una técnica de protección de suelo, el "mulching" de paja, para la recuperación de ecosistemas forestales afectados por incendios no controlados de alta severidad. El estudio se realizó en un Entisol localizado en Laza (Ourense) susceptible de sufrir erosión post-incendio (pendiente 30%, abundantes precipitaciones), considerando los siguientes tratamientos: suelo no quemado, suelo quemado y suelo quemado con "mulching" de paja. Las muestras de suelo y sedimentos se recogieron a distintos intervalos de tiempo durante un período de 4 meses, analizándose diversas propiedades físicas, químicas y biológicas. Los datos mostraron que inicialmente el incendio modificó la mayoría de las propiedades del suelo analizadas y que estos efectos persistían después de 4 meses. En lo que respecta al tratamiento del "mulching" con paja se observó que, en comparación con el suelo quemado, reducía significativamente la erosión post-incendio (73-94%) y no mostraba ningún efecto sobre las propiedades del suelo y, por consiguiente, sobre la calidad del suelo quemado. Los datos ponen de manifiesto la eficacia del "mulching" de paja para reducir la erosión postincendio y conservar el suelo en condiciones idóneas para su revegetación (Barral Silba , Devesa Rey, & Paradelo Nuñez, 2011).

Otro estudio realizado en Chile titulado “Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna”, en donde describen los impactos que se generan a raíz de estos incendios en: Impacto de los incendios forestales en el Suelo, Impacto de los incendios forestales en el agua, Impacto de los incendios forestales en la Vegetación e Impacto de los incendios forestales en la fauna (González Ulibarry, 2017).

Nacional

Un estudio realizado en el 2015 titulado “Recuperación ecológica de áreas afectadas por incendio forestal en la microcuenca tintales (Boyacá, Colombia)” en el cual la microcuenca Tintales, ubicada en el Santuario de Fauna y Flora (SFF) de Iguaque, Boyacá, fue afectada por un incendio forestal. En esa área se evaluó la regeneración natural en 29 parcelas permanentes. Se evaluaron dos fitofisnomías, afloramiento rocoso y robledal para comparar riqueza, diversidad y dominancia, obteniéndose mayor riqueza y diversidad en afloramiento rocoso. La familia Asteraceae fue la que obtuvo mayor representatividad. Las especies con mayor dominancia fueron *Hypoxis decumbens*, *Pteridium aquilinum* y *Andropogon bicornis*. La diversidad en todo el muestreo fue baja y homogénea debido a la reiterada incidencia de incendios forestales que han ocasionado cambios en la estructura y composición de la vegetación. La vegetación encontrada no difiere sustancialmente de otros estudios reportados para esta zona de vida y la región, donde las dinámicas de uso de suelo son similares, con alta deforestación e incendios. La vegetación establecida después del incendio es dominada por especies colonizadoras y pioneras. En las dos fitofisnomías estudiadas después de un año del incendio se establecen dos comunidades vegetales con diferencias estadísticas significativas en

riqueza y homogeneidad. Para iniciar procesos de restauración se recomienda usar como uno de los insumos las diferencias taxonómicas halladas entre robledal y afloramiento rocoso (Fernández Médez, Velasco Salcedo, Guerrero Contecha, Galvis, & Viana Neri, 2016).

Otro estudio realizado en Tunja, Colombia, titulado “Restauración ecológica a suelos impactados por incendios forestales” donde la autora estudió los conceptos claves sobre la restauración ecológica y los métodos más utilizados para restaurar suelos impactados por incendios forestales. Es así como la autora se propuso revisar información científica de los últimos 10 años relacionada con el tema de estudio; de la misma manera, clasificar información al respecto mediante la realización de un estado del arte en el cual se evidencien experiencias que detallen el método más eficaz para recuperar suelos impactados por incendios forestales (Zuluaga Reyes, 2020).



5.2. MARCO TEÓRICO

El monográfico de la revista BioScience de junio de 2001, dedicaba con el título "De la Biodiversidad a la Biocomplejidad" al necesario paso multidisciplinar encaminado a la comprensión de nuestro ambiente. Las principales cuestiones que se abordaban como reto para los biólogos en este comienzo de siglo nos resultan totalmente válidas para introducir el tema objeto del trabajo que exponemos a continuación. Así, el área de la biocomplejidad estará en la primera fila los años próximos, ya que ella es una propiedad de todos los ecosistemas; o lo que es lo mismo, el hilo que conecta muchos sistemas complejos que son estructurados o influenciados por los organismos vivientes, sus componentes o procesos biológicos (Hernández & Pastor, 2021).

Las interacciones de los organismos vivientes con todas las facetas de su ambiente externo son un hecho. Sin embargo, la investigación de estas interacciones que implican niveles múltiples de organización biológica y/o escalas múltiples espaciales o temporales, es de gran importancia en todo lo concerniente a los impactos ambientales. Para ello se necesita incluir recolección de datos y monitorización a largo plazo; estudiar interacciones a diferentes escalas espaciales del paisaje; evaluar las interacciones entre aire, suelo, agua y los ecosistemas para guiar la toma de decisiones y profundizar en la comprensión de la función y cambio de los ecosistemas en un mundo en evolución. Por otra parte, y en gran medida, el estudio de los sistemas complejos, entre los que podemos incluir los ecosistemas terrestres de emplazamientos contaminados, está aún en sus inicios. El análisis de los componentes individuales de un sistema, no nos informa sobre las propiedades de sus componentes cuando están combinados. La emergencia de nuevas propiedades cuando se cambian

componentes, es un fenómeno muy común pero el determinar qué es aquello que hace emerger nuevas características, está todavía en los comienzos (Hernández & Pastor , 2021).

Solamente con lo mencionado se puede deducir la importancia actual que el tema de la restauración de ecosistemas degradados está teniendo para los biólogos, debido a su carácter complejo. Sin embargo, la biocomplejidad es difícil de describir y estudiar experimentalmente, a causa de que tiene una naturaleza no lineal. Y es que la complejidad biológica requiere el desarrollo de nuevos paradigmas que atraviesen fronteras temporales, espaciales y conceptuales. No obstante, en la citada revista se reconoce que el desarrollo del enfoque ecosistémico y su empleo para tratar de comprender y resolver los problemas ambientales, es uno de los mayores avances de la Biología en los últimos cincuenta años. Ha sido así para nosotros ya desde hace muchos años (Hernández A. J., 1991)

Una restauración en los primeros mediante la reforestación con especies arbóreas se enfrenta a cambios en la estructura de un suelo, aspecto que no suele tenerse en cuenta en la práctica y que añade complejidad al sistema a restaurar. O, en el caso de vertederos de residuos sólidos urbanos (VRSU) sellados con suelos de los respectivos entornos donde se ubican, nos enfrentamos a la complejidad que resulta de la implicación de las cuestiones propias de la sucesión ecológica secundaria (debida al banco de semillas que tiene el suelo del sellado), con la sucesión primaria de estos nuevos ecosistemas (Hernández & Pastor , 2021).

No solo hay que restaurar el impacto de un vertedero, sino que hay que recuperar el propio sistema vertedero en sí. Los escenarios que se presentan en la figura aludida son los más frecuentes en relación a todo el territorio periférico de los núcleos urbanos actualmente en la mayor parte de nuestro país. Una restauración de los ecosistemas de estos paisajes es compleja pues porque muchos de los procesos de su degradación son complejos. En los apartados siguientes, trataremos de abordar algunos aspectos concretos de esta afirmación que, si bien son totalmente válidos tanto para ecosistemas acuáticos como terrestres, nuestros ejemplos están solamente centrados en estos últimos (Hernández & Pastor , 2021).

Lo que exponemos a continuación es el resultado de más de quince años de la investigación en escenarios para la restauración, recuperación y lo rehabilitación de ecosistemas degradados (VRSU, taludes de carretera, olivares y viñedos con suelos desnudos, emplazamientos de la minería y de explotación de graveras, ecosistemas con suelos degradados por causas antrópicas como la agricultura-cambios de uso del suelo y causas naturales como los procesos geo-edáficos en algunos ecosistemas tropicales) (Ceballos, 2021).

Sin embargo, pasamos a comentar a continuación algunos de los aspectos más clarificadores en relación a estos aspectos. Al aceptar que los ecosistemas son entes dinámicos, que evolucionan y co-evolucionan con la actividad humana, los planes de actuación en ellos en el caso de que sean degradados, deben tener en cuenta esta evolución y ser modificados en respuesta a los resultados de los programas de seguimiento y monitorización establecidos al efecto (Calow, 1995). Por esta razón se hace necesario el conocer los patrones de cambio y las técnicas empleadas para el estudio de los

misimos. Así pues, las cuestiones de Ecología que deberán tenerse en cuenta a la hora de la restauración y rehabilitación de un ecosistema degradado son básicamente las que se constatan en los siguientes apartados (Zuluaga Reyes, 2020).

GA-G-17 Guía toma de Muestras de Suelo para Análisis Químicos y Físicos

El análisis del suelo es una herramienta útil en el sector agrícola para la toma de decisiones, el análisis de química de suelo, permite conocer las necesidades de abonado o necesidades de enmendar el suelo con respecto a problemas por salinidad, sodicidad, acidez, entre otros, mientras que el análisis de física de suelo sirve para conocer la necesidad de tipo labranza, las necesidades de riego entre otras labores y en conjunto ayuda a conocer cuáles son las mejores prácticas para que un terreno brinde un ambiente adecuado para el desarrollo óptimo de un cultivo. (AGROSAVIA, 2019).

Proceso de muestreo sin “up land”, utilizando una tabla y un mazo de goma para toma de muestras no disturbadas de suelo para análisis físico de suelo.

✱ El proceso de muestreo no disturbado de suelo (sin disturbar o no alteradas), es tomar una porción de suelo para llevar al laboratorio, dicha muestra debe estar bajo las mismas condiciones como se encuentra en campo, significa que no se pueden mezclar las muestras de suelo, por lo tanto, normalmente se deben tomar 1 o 2 muestras por lote.

✱ Para este tipo de muestreo se requiere dos anillos al menos uno con bisel en la parte exterior (Corte oblicuo en el borde de una superficie) para facilitar su ingreso en el suelo, un trozo de madera y un mazo de goma.



✱ En el sitio seleccionado para tomar la muestra se debe limpiar la superficie con la pala o palín, para quitar el material vegetal entre otras cosas, para permitir que el suelo quede limpio de esos materiales. Debe quedar totalmente horizontal.

✱ Se debe colocar el anillo biselado en la superficie limpia y totalmente plana, el anillo debe quedar en la superficie totalmente perpendicular (recto) evitando que el anillo ingrese de lado.

✱ Colocar otro anillo sobre el anillo colocado en la superficie.

✱ Colocar el trozo de madera sobre los dos anillo y golpear asegurando que el anillo ingrese totalmente perpendicular al suelo (recto), y hasta que el anillo más profundo quede totalmente cubierto con suelo.

✱ Retirar los anillos con una pala, se debe cuidar que la muestra dentro del anillo no se altere (no se compacte, ni se desmorone).

✱ Preferiblemente con una espátula se debe separar el anillo que haya tomado la muestra del anillo subsuperficial. el suelo en el anillo NO debe quedar a ras, debe quedar muestra fuera del anillo por los dos extremos aproximadamente 1 cm.

✱ Se debe cubrir el anillo con gasa o tela y sujetarlo con un caucho, para conservar la muestra de suelo se deposita en cajas o en bolsas de aluminio que evite el movimiento del suelo y la pérdida de humedad (si el recorrido de la muestra implica varios días, se recomienda almacenar los anillos en cajas o bolsas y depositarlos dentro de una nevera de Icopor con pilas congeladas), se identifica cada muestra y se lleva a laboratorio.

☼ Cualquier alteración observada en la muestra de suelo dentro del anillo, será objeto de rechazo de la muestra en el laboratorio y se indicará al usuario para tomar una nueva muestra.

Figura 1. Toma de muestra no disturbada de suelo con anillos metálicos



Fuente: AGROSAVIA, 2019.

Diseño de bloques completos al azar

La palabra "completo" indica que todos los tratamientos son probados en cada bloque. Si se usa este diseño, los bloques forman una unidad experimental más homogénea con la cual compararlos.

Esta estrategia de diseño mejora efectivamente la precisión en las comparaciones al eliminar la variabilidad entre las probetas. El orden en cada bloque se determina aleatoriamente. (López, 2002)

Dicho diseño es quizás el diseño experimental más ampliamente utilizado. En la práctica las situaciones en las que este diseño se aplica son muy numerosas y pueden detectarse fácilmente. A menudo, las unidades de equipo de prueba o maquinaria son diferentes en sus características de operación y constituyen un factor típico que es necesario controlar. Lotes de materia prima, personas o tiempo, también constituyen fuentes de variabilidad en un experimento, las cuales pueden ser controladas sistemáticamente mediante el análisis por bloques. (López, 2002)

Características

- ✱ Las unidades experimentales son heterogéneas.
- ✱ Las unidades homogéneas están agrupadas formando los bloques.
- ✱ En cada bloque se tiene un número de unidades igual al número de tratamientos (bloques completos)
- ✱ Los tratamientos están distribuidos al azar en cada bloque.
- ✱ El número de repeticiones es igual al número de bloques.



Figura 2. Diseño de los datos muestrales para un D.B.C.A.

TRATAMIENTO	BLOQUE			
	1	2		b
1	Y_{11}	Y_{12}		Y_{1b}
2	Y_{21}	Y_{22}		Y_{2b}
.	.	.		.
.	.	.		.
.	.	.		.
.	.	.		.
t	Y_{t1}	.		Y_{tb}

Fuente: López, 2002



5.3. MARCO CONCEPTUAL

Conato: Inicio de un incendio que puede ser sofocado, utilizando los extinguidores convencionales, generalmente extintores con polvo químico seco (CMA, 2021).

Enmienda: La enmienda o acondicionamiento es el aporte de un producto fertilizante o de materiales destinados a mejorar la calidad de los suelos (en términos de estructura y composición, ajustando sus nutrientes, su pH ya sea para su acidez o basicidad) (Agroactivocol, 2021).

Erosión del suelo: La erosión de los suelos se define como la pérdida físico-mecánica del suelo, con afectación en sus funciones y servicios ecosistémicos, que produce, entre otras, la reducción de la capacidad productiva de los mismos (Lal, 2001). La erosión es un proceso natural; sin embargo, esta se califica como degradación cuando se presentan actividades antrópicas no sostenibles que aceleran, intensifican y magnifican el proceso (SIAC, 2021).

Fertilidad del suelo: La fertilidad del suelo es la capacidad que tiene el terreno para sustentar el crecimiento de las plantas y optimizar el rendimiento de los cultivos. Ello puede potenciarse por medio de fertilizantes orgánicos e inorgánicos que nutran el suelo. Las técnicas nucleares proporcionan datos útiles que mejoran la fertilidad del suelo y la producción de cultivos, al tiempo que reducen al mínimo el impacto medioambiental (IAEA, 2021).

Fertilizantes: Son sustancias que contienen elementos o compuestos químicos nutritivos para los vegetales, en forma tal que pueden ser absorbidos por las plantas. Se los utiliza para aumentar

la producción, reponer y evitar deficiencias de nutrientes y propender al mejoramiento sanitario de las plantas. Algunos de los efectos perjudiciales de su uso son el aporte de nitratos a las capas de agua en las áreas de cultivos intensivos, concentraciones de pesticidas, bacterias y residuos agroquímicos. (CASAFA, 2021).

Humus: Se denomina humus a la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal. Estos provienen de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos como hongos y bacterias (AEFA, 2017).

Humificación: La humificación es el proceso de formación del humus (es decir, conjunto de procesos responsables de la transformación de la materia orgánica). La transformación de la materia orgánica puede llegar a la destrucción total de los compuestos orgánicos dando lugar a productos inorgánicos sencillos como CO₂, NH₃, H₂O y con liberación de los nutrientes de las plantas como el Mg, F, N, P S y se habla, en este caso, del proceso de mineralización (Ceballos, 2021).

Incendio forestal: son un fenómeno que altera la funcionalidad y dinámica del sistema ambiental como son: el agua, el aire, la flora, la fauna y el suelo, afectando la calidad de bienes y servicios ambientales que los mismos proveen a los Bogotanos como por ejemplo la calidad del aire y el paisaje (IDIGER, 2016).

Quema forestal: Es el fuego que se propaga con/sin control y/o límite preestablecido, consumiendo combustibles como pastos, residuos de talas y podas u otros residuos vegetales producidos en actividades agrícolas, pecuarias y/o forestales; es decir, es cuando el hombre utiliza el

fuego para eliminar alguna cobertura vegetal herbácea viva (pastos) o muerta (leña o residuos de plantas), localizadas en zona rural o urbana, con o sin autorización por parte de la autoridad ambiental. (Ambiente bogotá, 2012).

Suelo: Capa superior de tierra compuesta de sólidos, líquidos y gases en donde se desarrollan las raíces de las plantas, al tomar de ahí los nutrientes necesarios para crecer. (USDA, 2006).



5.4. MARCO CONTEXTUAL

Este proyecto de investigación se desarrolló en el centro poblado Lagunita, jurisdicción del Municipio de San Juan del Cesar, La Guajira, específicamente en la Finca Tío Vivo en las coordenadas geográficas 10.753 N y -73.105 W, tal como se ilustra en las siguientes figuras:

Figura 3. Localización geográfica Municipio de San Juan del Cesar



Fuente: Alcaldía Municipal, 2022

Figura 4. Localización geográfica Centro Poblado Lagunita, La Guajira



Fuente: Google Maps, 2022

Figura 5. Localización geográfica Finca Tío Vivo, San Juan del Cesar, La Guajira



Fuente: Google Maps, 2022

Aspectos abióticos

Temperatura: Sin embargo, en el sector se han presentado registros históricos máximos de temperaturas de hasta 35,4°C, ocurrida en el mes de julio, y registros mínimos de 21,7°C, en el primer mes del año. Sin embargo, la diferencia entre el mes más gélido (diciembre) y el más cálido (julio) es de tan solamente 2,3°C lo cual sugiere un comportamiento estable de la temperatura en todo el año, y posibilita clasificar el sector de análisis como de sistema isomegatérmico (Corpoguajira, 2011).

Precipitación: La precipitación se distribuye en forma bimodal por medio del año, con máximos a lo largo de los meses de mayo y septiembre, coincidentes con periodos de bajón en la temperatura. En la zona de análisis la precipitación anual es del orden de 776,7 mm, siendo los meses de mayo (102,4 mm) y septiembre (132,7 mm) los de más grandes registros (Corpoguajira, 2011).

Hidrología: La zona de análisis hace parte de la subcuenca del flujo de agua Cañaverales, correspondiente a la cuenca del flujo de agua Ranchería, el cual constituye la primordial corriente hídrica del departamento de La Guajira y tiene su origen en la Sierra Nevada de Santa Marta y en su recorrido hacia el océano Caribe recoge el agua de diversos arroyos y quebradas que se originan tanto en esa Sierra como en la Serranía de Perijá (Corpoguajira, 2011).

Suelos: La Agrupación Caimancito muestra suelos bien a moderadamente bien drenados, y en varias regiones muestran erosión ligera de tipo laminar. Se formaron desde sedimentos aluviales y coluvio - aluviales de procedencia ígneo que alternan con materiales calcáreos. Su hondura positiva es variable y está reducida por la existencia de sales por capas endurecidas, roca y gravilla, tanto en

área como en el perfil. La textura es moderadamente fina a fina, y el sistema de humedad es ústico (Corpoguajira, 2011).

Geología: La composición geológica más relevante dentro del área de análisis corresponde al “Sinclinal de Las Delicias”; la cual es única de ella y es la que en su mayoría ha incidido en el desarrollo del acuífero que aflora en el manantial de Cañaverales. Se expone por una composición cerrada en su extremo Norte, mientras tanto que hacia el Sur está interceptada por la Fracasa de Capuchino, que avanza paralela al cauce del flujo de agua Cañaverales (Corpoguajira, 2011).

Aspectos Bióticos

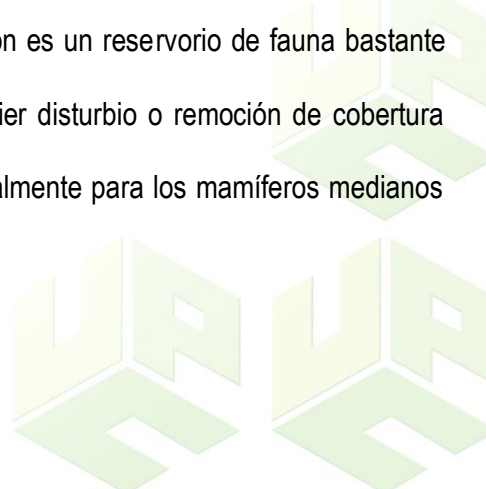
Vegetación: La vegetación del área de análisis corresponde al bosque seco tropical el cual es considerado uno de los ecosistemas más degradados y fragmentados del territorio, gracias a la profunda transformación que ha sufrido por medio del tiempo. Su repartición en Colombia se centra fundamentalmente en ciertos sectores de las zonas de la llanura Caribe y valles interandinos de los ríos Magdalena y Cauca entre los 0 y 1000 msnm y en la jurisdicción de los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Cesar, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Tolima, Valle del Cauca y el sur de la Guajira (Corpoguajira, 2011).

Fauna: En el sector de análisis se registraron un total de 26 especies distribuidas en 16 de reptiles y 10 de anfibios, lo que es una prueba del buen estado de conservación especialmente del área del manantial de Cañaverales, en la cual se cuenta con una extensa representación de la

herpetofauna del bosque seco tropical. Estas 26 especies representan el 15,84% de los reptiles y el 28,6% de los anfibios registrados en las tierras bajas del Caribe de Colombia (Corpoguajira, 2011).

Aves: Aunque el razonamiento de la avifauna en el departamento de la Guajira está disperso y es limitado, ha sido viable implantar que para esta cantidad del territorio han sido registradas 480 especies de aves de las cuales 202 se hallan en los municipios de Fonseca y San Juan del Cesar. En desarrollo del presente plan se registraron 76 especies de aves, que equivalen al 15% de la avifauna registrada para el departamento y al 37% del total informado para los municipios de Fonseca y San Juan del Cesar. La existencia de una especie amenazada, una de rango restringido y 9 acuáticas indican el valor de esta área en su grupo y la necesidad de llevar a cabo medidas de conservación, muchísimo más si se tiene presente que la misma incluye 2 ecosistemas amenazados como los humedales y el bosque seco tropical (Corpoguajira, 2011).

Mamíferos: A partir de la perspectiva de la mastozoofauna, la zona de análisis constituye un lugar bastante fundamental para la permanencia y recambio de especies con otras regiones aledañas, en especial con la Serranía del Perijá. Ciertamente esta región es un reservorio de fauna bastante fundamental para la zona, por lo cual es posible que cualquier disturbio o remoción de cobertura vegetal tenga secuelas desfavorables para la fauna, primordialmente para los mamíferos medianos que están sujetas a esa cobertura para su movimiento.



5.5. MARCO LEGAL

Tabla 1. Normatividad aplicable

Norma	Descripción	Aplicabilidad
Constitución política de Colombia de 1993.	Carta Magna	Artículo 8. Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.
		Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo
		Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
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	Titulo I. Fundamentos de la política ambiental colombiana Titulo II. Del ministerio del medio ambiente y del sistema nacional ambiental

	Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.”	Artículo 31 al 41 Delega a las Corporaciones Autónomas Regionales las funciones relacionadas con la preservación y conservación del recurso suelo
Ley 388 de 1997	“Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones”	Capitulo III. Planes de ordenamiento territorial
Ley 1523 de 2012	“Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”	Establece las responsabilidades, principios, definiciones y Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
Decreto 2811 de 1974	“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.”	Título III Artículo 18 Tasas retributivas de servicios ambientales
Decreto 2340 de 1997	“Por el cual se dictan unas medidas para la organización en materia de prevención y mitigación de incendios forestales y se dictan otras disposiciones”.	Artículo 1- 14 delega las funciones en materia de prevención y mitigación de incendios forestales
Decreto 1791 de 1996.	“Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal”.	Establece los términos, definiciones y consideraciones para el aprovechamiento forestal

Decreto 1076 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	SECCIÓN 3. De las emisiones contaminantes
Resolución 532 de 2005	"Por la cual se establecen requisitos, términos, condiciones y obligaciones, para las quemas abiertas controladas en áreas rurales en actividades agrícolas y mineras"	Artículo 1- 11 Fija los requisitos, términos, condiciones y obligaciones, para las quemas abiertas controladas en áreas rurales en actividades agrícolas y mineras
CONPES 3125 de 2001	Estrategia para la consolidación del plan nacional de Desarrollo forestal – PNDF	Las CAR definirán y zonificarán las diferentes categorías de uso y manejo forestal en sus áreas de jurisdicción e identificarán las áreas degradadas que requieren medidas especiales para su recuperación y restauración.
Plan Nacional de Desarrollo Forestal del 2000.	Se basa en la participación de los actores que tienen relación con los recursos y ecosistemas forestales, poniendo en marcha estrategias y programas relacionados con la zonificación, conservación, y restauración de ecosistemas, el manejo y aprovechamiento de ecosistemas forestales.	
Plan nacional de prevención, control de incendios forestales y restauración de áreas afectadas del 2002.	Resultado de la Política de Bosques (CONPES 2834/96) y el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (CONPES 3126/01) el cual establece los lineamientos de orden nacional para la prevención, control y restauración de las áreas afectadas por los incendios forestales, mitigando su impacto y fortaleciendo la organización nacional, regional y local.	

Plan Nacional de Restauración 2015	Instrumento de implementación de la Política Pública Ambiental, en especial de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) y de la Política Forestal (Plan Nacional de Desarrollo Forestal), busca orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas de Colombia.
---------------------------------------	---

Fuente: Autores, 2022



6. MARCO METODOLÓGICO

6.1 LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

El siguiente estudio se enmarca bajo la línea de investigación SOSTENIBILIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL, bajo la sublínea de investigación GESTIÓN INTEGRAL AMBIENTAL DEL SUELO, cuyo objeto es realizar el estudio para la recuperación del suelo afectado por incendios forestales utilizando diferentes tipos de cobertura vegetal y fertilizantes, en la cual se quiere implementar estrategias de restauración ambiental, para la recuperación del suelo afectado por dicho fenómeno.

6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es experimental, De acuerdo a Tamayo (2006), La investigación experimental es aquella que tiene como propósito determinar relaciones de causa efecto. Para ello uno o más grupos son expuestos a estímulos experimentales y los comportamientos resultantes son comparados a los comportamientos de otros grupos.

6.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación al que se acoge el presente proyecto es experimental, la cual permite establecer con más seguridad relaciones de causa a efecto. Tamayo (2006), donde se busca a través de un experimento llegar a la causa de un fenómeno. Su esencia es la de someter el objeto de estudio a la influencia de ciertas variables en condiciones controladas y conocidas por el investigador.

6.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población objeto de estudio corresponde a La finca tío viva localizada en el centro poblado lagunita, en el municipio de San Juan del Cesar, Guajira, la cual posee una extensión de 3,5 hectáreas degradadas por incendios forestales.

6.5 MUESTRA POBLACIONAL

Para la determinación de la muestra objeto de estudio se tuvo en cuenta la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

N= población

n= Muestra

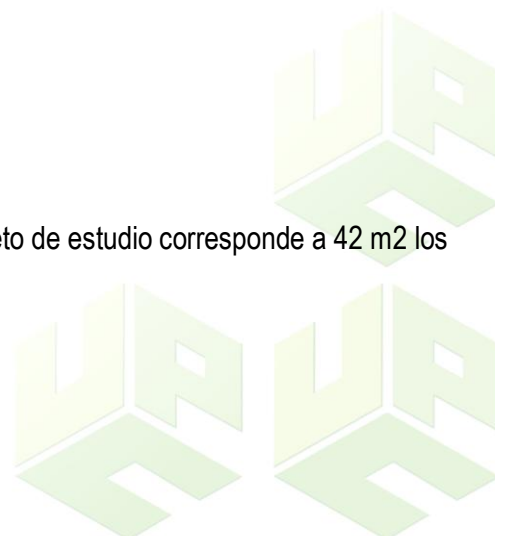
p= probabilidad a favor

q= probabilidad en contra

Z= Nivel de confianza

e= Error de la muestra.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la muestra objeto de estudio corresponde a 42 m² los cuales se dividieron en 6 parcelas de 7x7 m.



6.6 DESARROLLO METODOLÓGICO

6.6.1 Realizar un diagnóstico ambiental sobre el estado actual de los suelos afectados por incendios forestales, en la finca Tío Viva, ubicada en el centro poblado de Lagunita, la Guajira

Actividad 1.1 Recolectar información primaria y secundaria.

Descripción: Se consultará el Plan de Desarrollo Municipal y el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Municipio de San Juan del Cesar con relación al área urbana para establecer información relevante al proyecto, se consultará el plan de emergencia del Municipio San Juan del Cesar para identificar las zonas afectadas por incendios forestales.

Actividad 1.2 Realizar un estudio de suelos del área afectada, para así determinar el grado de afectación en que se encuentra, dicho suelo.

Descripción: Para la realización de dicha actividad se requiere establecer el ecosistema de referencia, evaluar el estado actual del ecosistema, definiendo escalas y niveles de organización, identificando en una parcela escogida la toma de muestra, para su estudio.

Actividad 1.2.1 Realizar la toma de muestra de suelo

Descripción: Se tomará la muestra de suelo, en un recipiente esterilizado, para luego ser llevado al laboratorio, para su respectivo análisis



Tabla 2 Parámetros fisicoquímicos

Variables	Unidad	Métodos
Carbono total (CT)	g/100g	Método: Combustión por vía seca / Técnica: Cuantificación en Analizador Elemental
Capacidad Inter Catiónico Aceta (CICA)	cmol(+)/kg	Acetato de amonio 1N pH 7.0
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos
	Unidades	
pH (1:2,5)	de pH	GA-R-46, versión 05 de 2019-10-02
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Calidad del suelo: Determinación de la conductividad eléctrica, Método B. Medición en suspensión suelo/agua relación 1:5 (Peso/volumen)
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-48, versión 05 de 2019-10-02.
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio
Retención de humedad	%p/v	Cámaras de succión
Punto 0,1 bares	%p/v	Cámaras de succión
Punto 0,3 bares	%p/v	Cámaras de succión

Punto 1 bares	%p/v	Cámaras de succión
Punto 3 bares	%p/v	Cámaras de succión
Punto 15 bares	%p/v	Cámaras de succión
Densidad aparente	g/cc	Anillo con volumen conocido
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro

Fuente: Autores, 2022

Actividad 1.3 Establecer el análisis cualitativo del resultado de la muestra tomada de suelo afectado

Descripción: Se establecerá el análisis de los resultados obtenido en la muestra tomada de suelo, para así determinar su grado de afectación y se compara con las guías de suelo establecidas para ver su comportamiento.

6.6.2 Realizar un montaje piloto utilizando el tipo de gramínea *Brachiaria decumbens* Stapf para la recuperación de suelos afectados por incendios forestales.

Actividad 2.1 Identificar el sitio adecuado para establecer la parcela demostrativa

Descripción: Llegar hasta el sitio de estudio y buscar el área idónea para su realización, se procede a hacer el respectivo encerramiento con estacas, con 2 hiladas de cuerdas para así evitar el acceso a animales que puedan comerse el pasto, A su vez el lugar debe ser de adecuado acceso, tener una pendiente moderada para poder trabajar de la mejor manera el proyecto.

Actividad 2.2 Establecimiento del vivero.

Tabla 3 Cantidad de compost aplicada por cada tratamiento.

TRATAMIENTO 1	Brachiaria decumbens stapf + 0 gramos de compost
TRATAMIENTO 2	Brachiaria decumbens stapf +5 gramos de compost
TRATAMIENTO 3	Brachiaria decumbens stapf + 10 gramos de compost

Fuente: Autores, 2022

Actividad 2.2.1 Establecer el límite del área de estudio para evaluar el grado de recuperación del suelo afectado.

Tabla 4 Aplicación de tratamiento en parcelas

Parcela 1	Brachiaria decumbens stapf sin compost
Parcela 2	Brachiaria decumbens stapf con compost 5 gramos
Parcela 3	Brachiaria decumbens stapf con compost 10 gramos
Parcela 4	Réplica parcela 1
Parcela 5	Réplica parcela 2
Parcela 6	Réplica parcela 3

Fuente: Autores, 2022.

Descripción: Para establecer dicho límite se propone una parcela de 7 m² dividido en seis partes iguales, para poder realizar dicho estudio demostrativo.

Para llevarse a cabo el método anterior se tendrá que desarrollar unos pasos que permitan el triunfo del sembrado y crecimiento de las brachiarias:

- ✱ Se procedió a la preparación y arado del suelo en forma manual con azadón, pico y pala, teniendo presente cuáles van a ser las parcelas a las que se les debería el aplicar el abono, que en este caso es el compost, el cual tendrá las siguientes características: es de uso seguro para la siembra de cultivos y plantas, tiene como componentes fosforo, calcio, nitrógeno y potasio, es un producto orgánico el cual no es inflamable posee un aspecto terroso libre de patógenos.

- ✱ Después se realizará la debida señalización de cada procedimiento

- ✱ Después se llevará a cabo el trasplante de la gramínea con una separación horizontal de 25 cm procurando de cubrir toda el área de cada unidad empírico.

- ✱ Se implementará un sistema de riego

Actividad 2.3: Seguimiento de las parcelas

Se tendrá que llevar un respectivo seguimiento de las parcelas en un periodo de (3-4) meses, para supervisar el aumento y comportamiento de las Brachiarias una vez sembradas en campo, además para identificar cualquier anomalía, malezas y plagas que logren dañar el desarrollo de las plantas.

Actividad 2.4. Análisis del suelo luego de la siembra y crecimiento de la gramínea

Una vez adaptadas y hechas las plantas, se tomarán las muestras de suelo de cada unidad empírico y se realizarán los exámenes químicos y físicos que corresponden. En los estudios químicos se determinará: Nitrógeno, Fósforo, Azufre, trueque catiónico, pH y carbono orgánico. Y referente a los físicos: densidad aparente y real, porosidad, retención de humedad, textura y color.

6.6.3 Formular estrategias para la recuperación y preservación del suelo afectado por incendios forestales en la finca Tío Viva, ubicada en el centro poblado Lagunita, la Guajira, dependiendo su grado de afectación.

Actividad 3.1 Plantear estrategias que conlleven a la recuperación y preservación del suelo afectado.

Descripción: por medio de la descripción de estrategias ambientalmente sostenibles, se planifica una mejora continua, en la recuperación y preservación del suelo afectado.



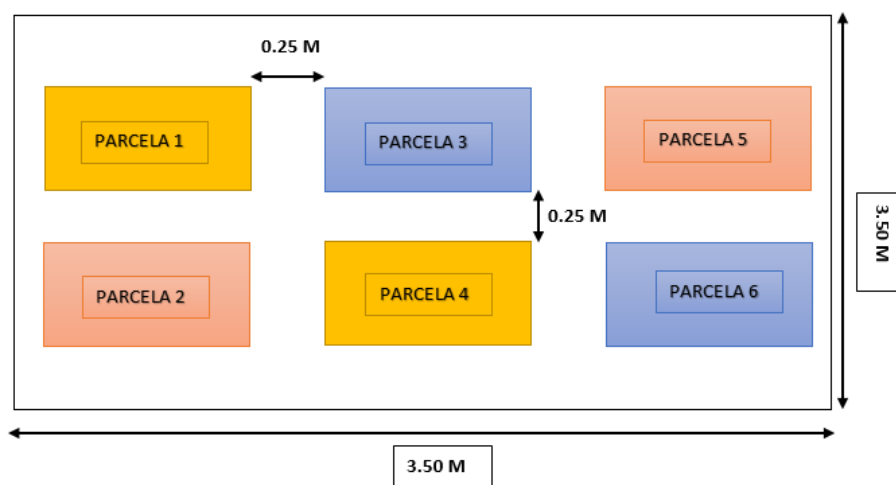
6.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

▪ En cuanto al tratamiento

Se utilizarán el diseño de bloques completos al azar con 4 tratamientos, los cuales estarán representados mediante la aplicación de adendas (compost orgánico) y la utilización de gramínea (*Brachiaria decumbens* Stapf) para el sembrado. Cada tratamiento tendrá una réplica. Las parcelas serán de un área de 3.25 m² (1.5 x 1.5) y estarán separados por pasillos de 25 cm de ancho.

La cantidad de *Brachiaria decumbens* Stapf a utilizar para el sembrado que tiene un tamaño de 7 m² es 0.3 g/ m² para toda la parcela a utilizar, y las variables a analizar en este proyecto son: fósforo, nitrógeno, pH, carbono orgánico e intercambio catiónico.

Figura 6. Distribución de los tratamientos en el terreno.



Fuente Autores, 2022

La brachiaria dembes tiene las siguientes ventajas para la recuperación de suelos afectados por incendios forestales puesto que se adapta muy bien a suelos de mediana a baja fertilidad y requiere una precipitación anual de alrededor de 1000mm. Nada impide que sea usada en suelos de fertilidad más elevada, pues es de gran capacidad de respuesta a la fertilización química.

Por tener un sistema radicular bien profundo, resiste muy bien a la seca. Presenta mediana resistencia al frío, buena tolerancia a sombreados y baja tolerancia a suelos encharcados. Es altamente susceptible a cigarrillas de los pastos.

- **En cuanto al compost**

El abono utilizado para este proyecto de investigación es (FERTIORGANIC), Este es un fertilizante orgánico granulado para aplicación al suelo de uso agrícola. FERTIORGANIC, es un acondicionador orgánico, también llamado mejorador de suelos, de origen vegetal de última generación.

Elaborado a partir de la mezcla de materiales orgánicos y residuos sólidos que se generan del proceso de la extracción de aceite de palma. FERTIORGANIC, es un abono enriquecido con microorganismos eficientes, nitrificantes y oxidantes estabilizados por el compostaje, previamente homogenizado, haciendo que su acción vaya directamente al suelo, mejorándole las propiedades fisicoquímicas, cuya ficha técnica se presenta a continuación:

Tabla 5. Ficha técnica FERTIORGANIC

Elemento	Porcentaje
Nitrógeno total (N)	1,44 %
Fósforo total (P ₂ O ₅)	1,0 %
Potasio total (K ₂ O)	1,17 %
Calcio total (CaO)	1,05 %
Carbono orgánico oxidable total	21,67 %
Silicio total (SiO ₂)	24,14 %
Ph	6,81 %
Densidad	053 g/cm ³
Capacidad de intercambio catiónico	42,4 meq/ 100g
Contenido de metales por debajo de los límites establecidos en la norma	
Salmonella Sp ausente/25 g	
Enterobacterias <10 UFC/g	

Fuente: FERTINORTE LTDA, 2022



7. ANALISIS Y RESULTADOS

7.1 Realizar un diagnóstico ambiental sobre el estado actual de los suelos afectados por incendios forestales, en la finca Tío Viva, ubicada en el centro poblado de Lagunita, la Guajira

7.1.1 Recolección de información primaria y secundaria.

Para el desarrollo de esta actividad se realizó la revisión de documentación oficial municipal, donde se pudo establecer las siguientes consideraciones:

Plan de Ordenamiento Territorial (POT)

De acuerdo a lo consultado en el instrumento de planificación municipal de San Juan del Cesar, La Guajira cuando se aproximan las épocas de siembras, se talan y queman considerables extensiones de tierras para ser utilizadas en la agricultura, lo cual se constituye como un factor fundamental para que se originen incendios forestales que ocasionan un desequilibrio ecológico ya que contribuye a la extinción de especies nativas, disminución de los caudales de los ríos y quebradas, y la pérdida de la cobertura vegetal, de igual manera menciona que las zonas con alto riesgo son las estribaciones de la Sierra Nevada y la Serranía del Perijá.

✻ **Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023 “Es momento de Cambio para el Progreso Social”**

En este documento se identifican los incendios forestales como escenarios por fenómeno amenazante socio natural con un riesgo medio, donde a través del pacto por la sostenibilidad se plantea el programa uso sostenible de los bosques que buscar impulsar y promover el uso sostenible de los bosques en el territorio, Implementando acciones para detener la deforestación, controlar la tala indiscriminada y selectiva, la quema controlada, control de incendios forestales.

✻ **Estrategia Municipal para Respuesta a Emergencias- San Juan del Cesar**

En la Estrategia Municipal para Respuesta a Emergencias se identificaron los diferentes escenarios de riesgo que podrían presentarse en el municipio de San Juan del Cesar dentro de los que se encuentran: las lluvias torrenciales, inundación o creciente súbita, deslizamiento en masa, sismos, sequía, tormentas eléctricas, vendaval, incendios forestales, estructurales y accidentes de tránsito por transporte ilegal de combustible, congregación masiva de personas.

En lo relacionado con los incendios forestales se menciona que la población expuesta corresponde a el Área urbana y rural del municipio de San Juan del Cesar, estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía del Perijá asociando los siguientes efectos: Afectaciones al suelo, flora y fauna. Calidad del aire, Cuencas hidrográficas, reservorios de agua, cultivos de pancoger, ganadería bovina, especies menores.

7.1.2 Realizar un estudio de suelos del área afectada, para así determinar el grado de afectación en que se encuentra, dicho suelo.

Esta actividad se ejecutó con el fin de establecer la línea base de referencia, que permitiera evaluar el estado actual del suelo, a través de la caracterización fisicoquímica del mismo.

Realizar la toma de muestra de suelo

Este proceso se realizó de acuerdo a lo establecido en la Guía Metodología para toma de muestras de suelo expedida por AGROSAVIA, mediante un muestreo disturbado y no disturbado; el primero a través de un muestreo compuesto del suelo, en el que se tomaron muestras representativas en distintos sectores del área de trabajo a una profundidad de 25 cm. El muestreo no disturbado se realizó utilizando un anillo en acero inoxidable de 1.1/2 de diámetro por 4 cm de largo, para facilitar su ingreso en el suelo se colocó un trozo de madera en la parte superior del anillo, golpeándolo con un mazo de goma hasta lograr el ingreso perpendicular del anillo al suelo, luego se procedió a retirarlo con una pala cuidando que la muestra dentro del anillo no fuese alterada y que quedaran sobrantes de tierra en ambos extremos del anillo, tal como se observa en las siguientes figuras:

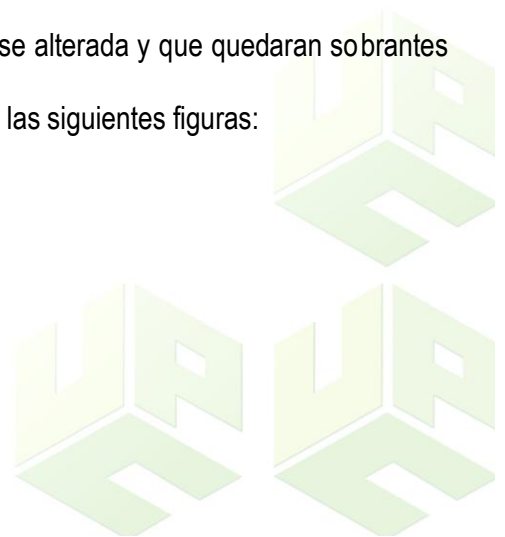


Figura 7 Toma de muestra inicial



Fuente: Autores, 2022

Figura 8 Rotulación de la muestra inicial

3. CODIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS		
Información requerida	Muestra 1	Muestra 2
Código de laboratorio		
Identificación de la muestra	RECIPIENTE 1	
Parcela	centro poblado laguita guajira	
Finca	Tio Viva	
Profundidad de toma de muestra (cm)	30 Cm	
Volumen de la muestra (gramos)	250	
Requiere recomendación de fertilización?	No	
Cultivo para el cual requiere recomendación	BRACHIARIA DECUMBENS STAFF	
¿El cultivo está establecido o es por establecer?	sin establecer	
En este espacio, indique la edad del cultivo		
Indique si la topografía de la finca es plana, ondulada o pendiente	plana	
Indique si el drenaje de la finca es bueno, regular o malo	bueno	
De mano limpia indique si es por aspersión, goteo, inundación, etc.		
Indique que fertilizantes o aplicados recomendar al suelo		
Indique la fecha de toma de la muestra	01/05/2012	
Indique como considera la producción de su cultivo		
Nombre, apellido y nombre		
Identificación por firma		

Fuente: Autores, 2022

Una vez realizado el proceso de rotulación se envió al Laboratorio de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria- AGROSAVIA, el cual cuenta con las certificaciones y autorizaciones correspondientes para el análisis y estudios de laboratorio.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 6 Parámetros fisicoquímicos muestra de suelo

Variables	Unidad	Métodos	Resultados
Carbono total (CT)	g/100g	Método: Combustión por vía seca / Técnica: Cuantificación en Analizador Elemental	0.40
Capacidad Inter Catiónico Aceta (CICA)	cmol(+)/kg	Acetato de amonio 1N pH 7.0	1.46
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	78.66
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	11.33
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	10.01
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos	F-A
pH (1:2,5)	Unidades de pH	GA-R-46, versión 05 de 2019-10-02	8.49
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Calidad del suelo: Determinación de la conductividad eléctrica, Método B. Medición en suspensión suelo/agua relación 1:5 (Peso/volumen)	0.50

Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-48, versión 05 de 2019-10-02.	21.06
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0,06
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	6.62
Retención de humedad	%p/v	Cámaras de succión	
Punto 0,1 bares	%p/v	Cámaras de succión	20,27
Punto 0,3 bares	%p/v	Cámaras de succión	17,80
Punto 1 bares	%p/v	Cámaras de succión	16,77
Punto 3 bares	%p/v	Cámaras de succión	15,94
Punto 15 bares	%p/v	Cámaras de succión	13,99
Densidad aparente	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,5
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,63

Fuente: AGROSAVIA, 2022

7.1.3 Establecer el análisis cualitativo del resultado de la muestra tomada de suelo afectado

De acuerdo a los resultados obtenidos de los parámetros examinados en laboratorio, es posible establecer el siguiente análisis cualitativo:

✱ Carbono total

La relación C orgánico lábil: C orgánico total es un indicador del efecto de diferentes sistemas productivos sobre la fracción orgánica del suelo (Galantini, 2002; Neufeldt et al, 1999).

El valor obtenido nos indica que el porcentaje de carbono total es bajo y se asocia a la carencia de material orgánico en el suelo, lo que se traduce en la baja productividad del mismo.

Capacidad de intercambio catiónico

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH₄, entre otros) (FAO, 2021)

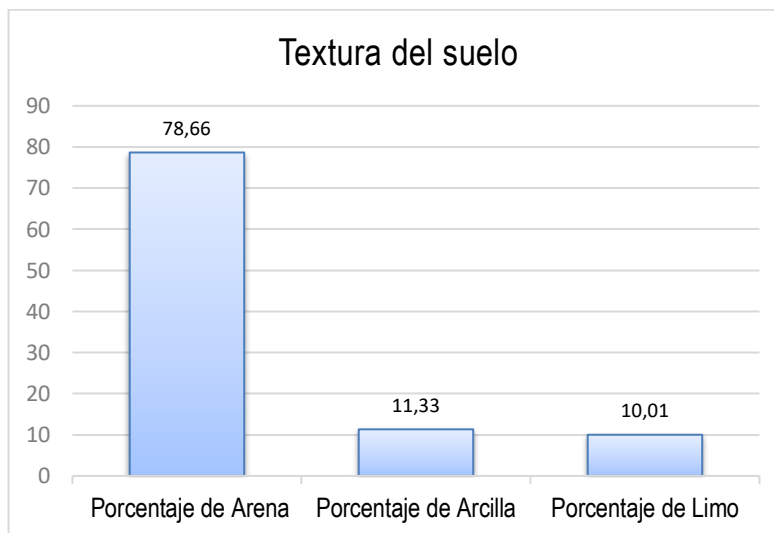
De acuerdo al valor obtenido es posible señalar que el suelo analizado posee una baja capacidad de intercambio catiónico lo que indicaría que el porcentaje de materia orgánica es bajo, así como también la carencia de nutrientes esenciales en el suelo como (Ca, Mg, Na, K, NH₄, entre otros)

Textura del suelo

La textura es una propiedad del suelo la cual nos permite establecer las cantidades y tamaño en las que se encuentran las partículas; de la textura dependen las propiedades físicas las cuales determinan en gran medida su productividad, está se establece según las cantidades de Arena, Arcilla y Limo. (Herrera, 2021)

Los resultados obtenidos señalan que este suelo posee una textura Franco arenosa, con un porcentaje del 78,66% de arena por lo cual se deduce que este suelo posee una moderada capacidad de retención de agua y moderada pérdida de nutrientes por lixiviación.

Figura 9 Grafico textura del suelo



Fuente: Autores, 2022

* pH

De acuerdo al resultado obtenido el pH está por encima de 7 lo que indica que el suelo presenta un Ph moderadamente alcalino, caracterizado por tener una baja capacidad de infiltración y una lenta permeabilidad.

* Conductividad eléctrica

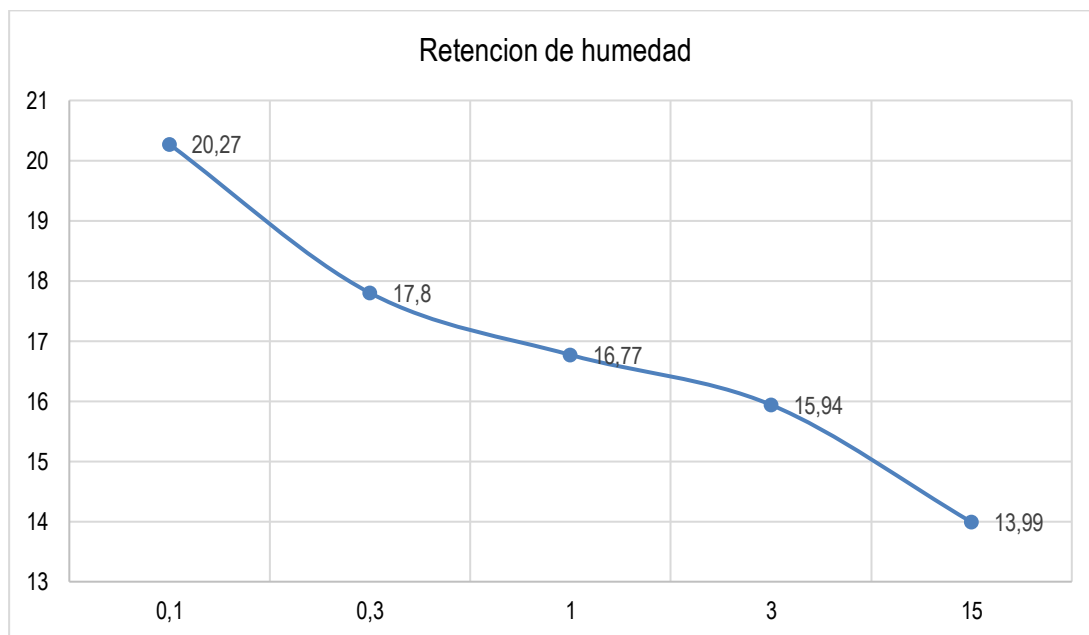
La baja conductividad eléctrica que posee la muestra de suelo analizado indica que este no presenta alta concentración de sales solubles, por lo que se encuentra en la categoría de suelos no salinos.

☼ Fosforo, Nitrógeno y Azufre

Los valores de estos tres parámetros nos indican que el suelo presenta deficiencia de nutrientes, lo cual coincide con los demás parámetros analizados y que generan una afectación al normal desarrollo de la cobertura vegetal produciendo clorosis, retardo en el crecimiento de las plantas, entre otros, evidenciándose de esta manera la baja fertilidad y productividad de estos suelos.

☼ Retención de humedad

Figura 10 Grafico retención de humedad del suelo



Fuente: Autores, 2022

Este grafico nos indica la tendencia propia de un suelo franco arenoso, el cual posee una elevada permeabilidad al agua y, por ende, una escasa retención de agua y nutrientes.

Densidad real y aparente

Los resultados obtenidos en los parámetros de densidad aparente y densidad real coinciden con los parámetros ya analizados donde sus valores oscilan entre 2,5 – 2,6 indicando que es un suelo franco arenoso, pero además nos señala que este suelo ha sufrido procesos de compactación, asociado principalmente a que anteriormente en esta área se llevaba a cabo el pastoreo y pisoteo de ganado.

7.2 Realizar un montaje piloto utilizando el tipo de gramínea *Brachiaria decumbens* Stapf para la recuperación de suelos afectados por incendios forestales.

7.2.1 Identificar el sitio adecuado para establecer la parcela demostrativa

Para la ejecución de esta actividad se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Inicialmente se inspeccionó el terreno afectado por los incendios forestales, tal como se ilustra a continuación:

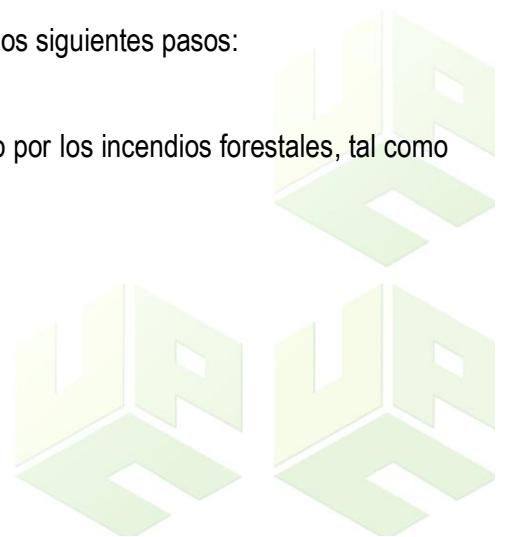


Figura 11 Inspección terreno afectado por incendios forestales



Fuente: Autores, 2022

2. Selección y limpieza del sitio para el montaje piloto, para esta labor se utilizaron utensilios y herramientas como rastrillos, palas, palines y demás, ver figura

Figura 12 Selección y limpieza del sitio para el montaje piloto



Fuente: Autores, 2022

3. Delimitación y encerramiento de las parcelas: cada parcela tiene dimensiones de 7 x 7 metros, en total se trabajaron 6 parcelas, el encerramiento se realizó con estacas y 2 hiladas de cuerdas y un encerramiento con mallas para así evitar el acceso a animales que puedan comerse el pasto, tal como se ilustra en la siguiente figura:

Figura 13 Delimitación de las parcelas



Fuente: Autores, 2022

7.2.2 Establecimiento de la Gramínea (*Brachiaria Decumbens* Stapf)

Una vez delimitada y encerradas las parcelas, se continuó con el establecimiento, para lo cual se tuvo en cuenta las siguientes tablas:

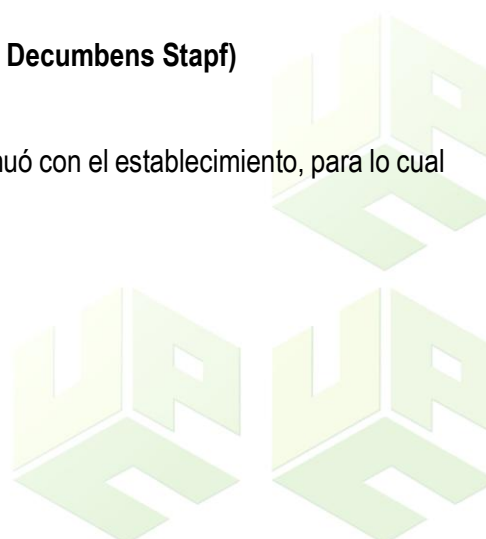


Tabla 7 Cantidad de compost aplicada por cada tratamiento

TRATAMIENTO 1	Brachiaria decumbens stapf + 0 gramos de compost
TRATAMIENTO 2	Brachiaria decumbens stapf + 5 gramos de compost
TRATAMIENTO 3	Brachiaria decumbens stapf + 10 gramos de compost

Fuente: Autores, 2022

Tabla 8 Aplicación de tratamiento en parcelas

Parcela 1	Brachiaria decumbens stapf sin compost
Parcela 2	Brachiaria decumbens stapf con compost 5 gramos
Parcela 3	Brachiaria decumbens stapf con compost 10 gramos
Parcela 4	Réplica parcela 1
Parcela 5	Réplica parcela 2
Parcela 6	Réplica parcela 3

Fuente: Autores, 2022

Para llevarse a cabo el método anterior se desarrollaron los siguientes pasos:

1. Preparación, arado del suelo y aplicación de compost: La preparación y arado se realizó de forma manual con azadón, pico y pala, el compost orgánico FERTIORGANIC, rico en nutrientes como fosforo, calcio, nitrógeno y potasio.

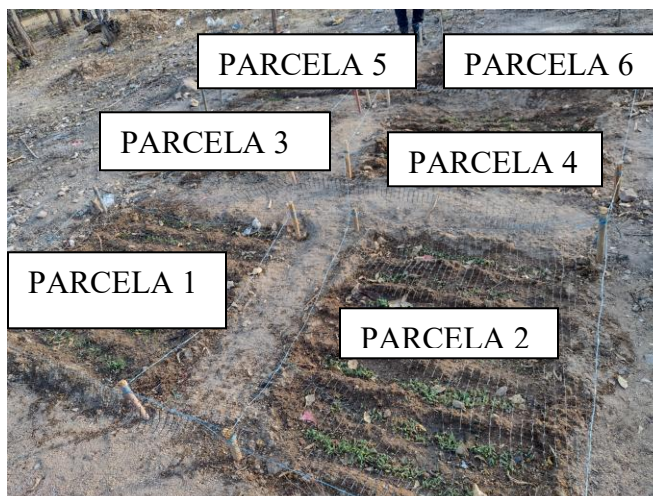
Figura 14 Preparación y arado del suelo



Fuente: Autores, 2022

2. Señalización: Con el fin de identificar los diferentes tratamientos se realizó la señalización y enumeración de los mismos, tal como se ilustra a continuación:

Figura 15 Señalización



Fuente: Autores, 2022

3. Después se llevó a cabo el trasplante de la gramínea con una separación horizontal de 25 cm procurando de cubrir toda el área de cada unidad empírico, tal como se ilustra en la siguiente figura:

Figura 16 Siembra de gramínea



Fuente: Autores, 2022

4. Sistema de riego: Con el fin de garantizar el suministro de agua en el cultivo se realizó la contratación de una persona, la cual se encargó de realizar el riego manual diario (30 litros) durante la vigencia del proyecto, tal como se evidencia a continuación:

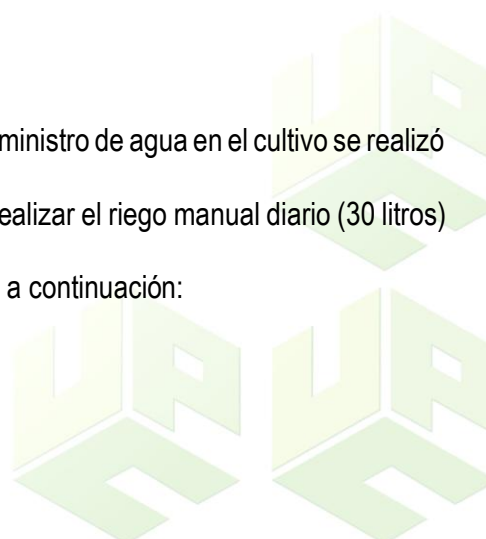


Figura 17 Riego del cultivo



Fuente: Autores, 2022

7.2.3 Seguimiento de las parcelas

Con el fin de llevar a cabo el seguimiento al cultivo de gramínea, se realizaron 4 visitas técnicas mensuales de inspección, cabe señalar que en el cultivo siempre había alguien constante encargado de limpiar las malezas, plagas y todo aquello que representaba un riesgo para el mismo, como resultado de esta actividad se tiene el siguiente registro fotográfico:

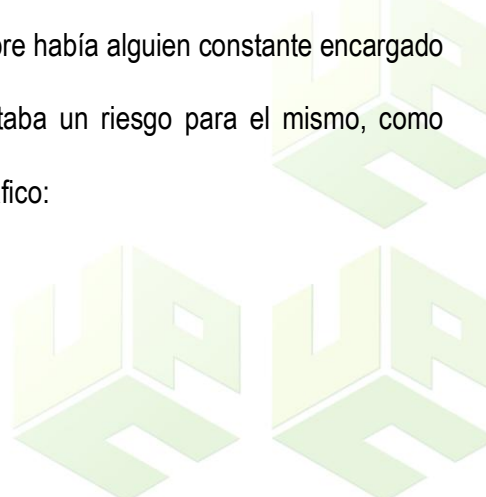


Figura 18 Registro fotográfico mes 1



Fuente: Autores, 2022

En el primer mes se logra observar la germinación de las semillas plantadas, cuya altura no supera los 3 cm, se observó que en la parcela 1 el crecimiento fue más tardío (casi nulo), debido a que esta parcela carece de compost, por tanto, no posee los nutrientes necesarios para el normal crecimiento de las plantas.

Figura 19 Registro fotográfico mes 2



Fuente: Autores, 2022

En el segundo mes se logra evidenciar un gran avance en el crecimiento de la gramínea, en la cual se logra alcanzar una altura de 15 cm, en la parcela 6 el crecimiento es mayor respecto a los demás tratamientos, donde se observa una mayor cobertura y un color verde intenso, asociado al alto porcentaje de compost y el gran aporte de nutrientes de este al suelo.

Figura 20 Registro fotográfico mes 3



Fuente: Autores, 2022

En el tercer mes, se observa un crecimiento que alcanza los 30 cm, no obstante, cabe mencionar que las parcelas 1, 2 y 3 se encuentra menos pobladas que las 4, 5 y 6 que se encuentran más cubiertas y con una coloración más verde.

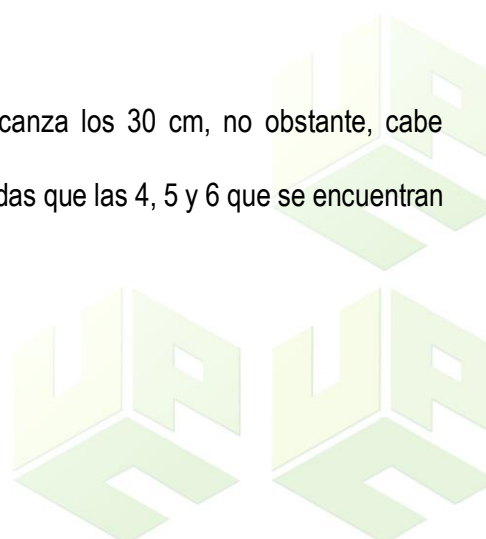


Figura 21 Registro fotográfico mes 4



Fuente: Autores, 2022

En el mes 4, se observa un crecimiento homogéneo en todas las parcelas con una altura de 45 cm, en el que se evidencia un crecimiento sano.

7.2.4 Análisis del suelo luego de la siembra y crecimiento de la gramínea

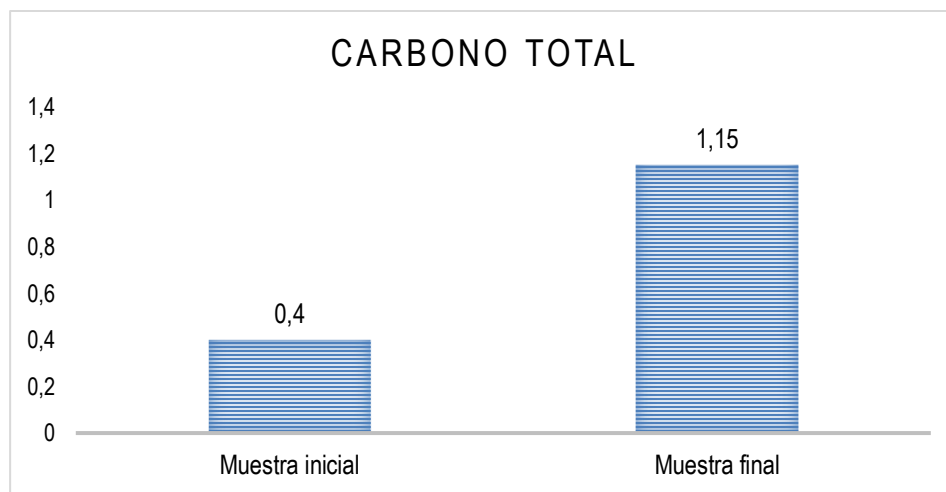
Una vez adaptadas las plántulas de gramínea, se realizó la toma de muestras de suelo final y se realizaron los análisis fisicoquímicos correspondientes, en los cuales se determinaron los siguientes parámetros: Nitrógeno, Fósforo, Azufre, intercambio catiónico, pH, carbono orgánico, y referente a los físicos: densidad aparente y real, porosidad, retención de humedad, textura y color, a fin de realizar un análisis comparativo de las variaciones presentes en el suelo.

Tabla 9 Análisis comparativo resultados de laboratorio de suelo

Variables	Unidad	Resultados Iniciales	Resultados Finales
Carbono total (CT)	g/100g	0.40	1.15
Capacidad Inter Catiónico Aceta (CICA)	cmol(+)/kg	1.46	3.37
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	78.66	68.40
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	11.33	13.44
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	10.01	18.16
Clase textural	No aplica	F-A	F-A
pH (1:2,5)	Unidades de pH	8.49	7.45
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	0.50	0.60
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	21.06	44.12
Nitrógeno total (NT)	g/100g	0,06	0.09
Azufre (S) disponible	mg/kg	6.62	10.84
Retención de humedad	%p/v		
Punto 0,1 bares	%p/v	20,27	13,82
Punto 0,3 bares	%p/v	17,80	11,90
Punto 1 bares	%p/v	16,77	10,79
Punto 3 bares	%p/v	15,94	10,10
Punto 15 bares	%p/v	13,99	8,59
Densidad aparente	g/cc	1,5	1,62
Densidad Real (Dr)	g/cc	2,63	2,59

Fuente: AGROSAVIA, 2022

Figura 22 Grafico análisis comparativo carbono total

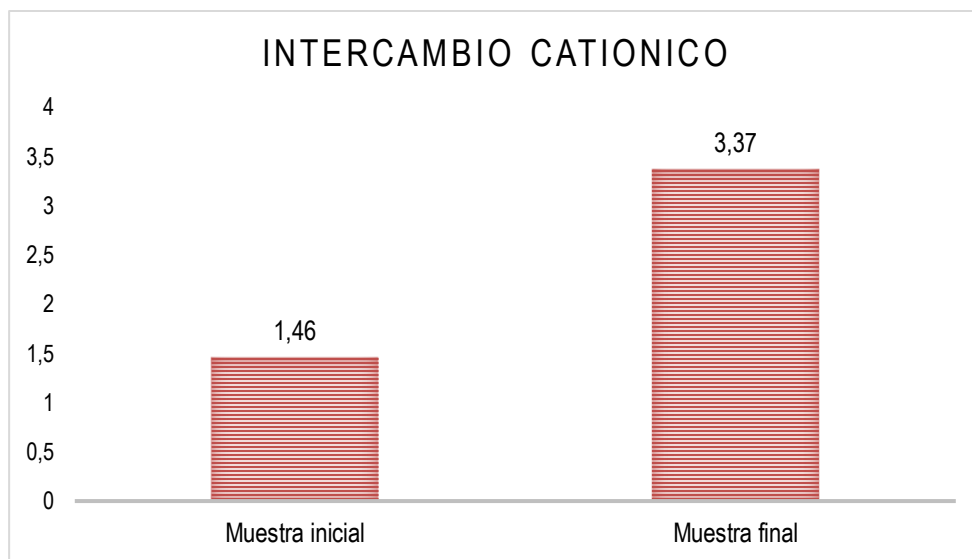


Fuente: Autores, 2022

Una vez sembradas y adaptadas las plántulas de gramínea se pudo evidenciar un aumento del 287,5% del carbono total disponible en el suelo, por tanto, se determina que esta plántula posee una alta eficiencia en el aporte de material orgánico al suelo, aportando nutrientes importantes y que inciden en la productividad del suelo, asociado además a la aplicación del compost FERTIORGANIC.



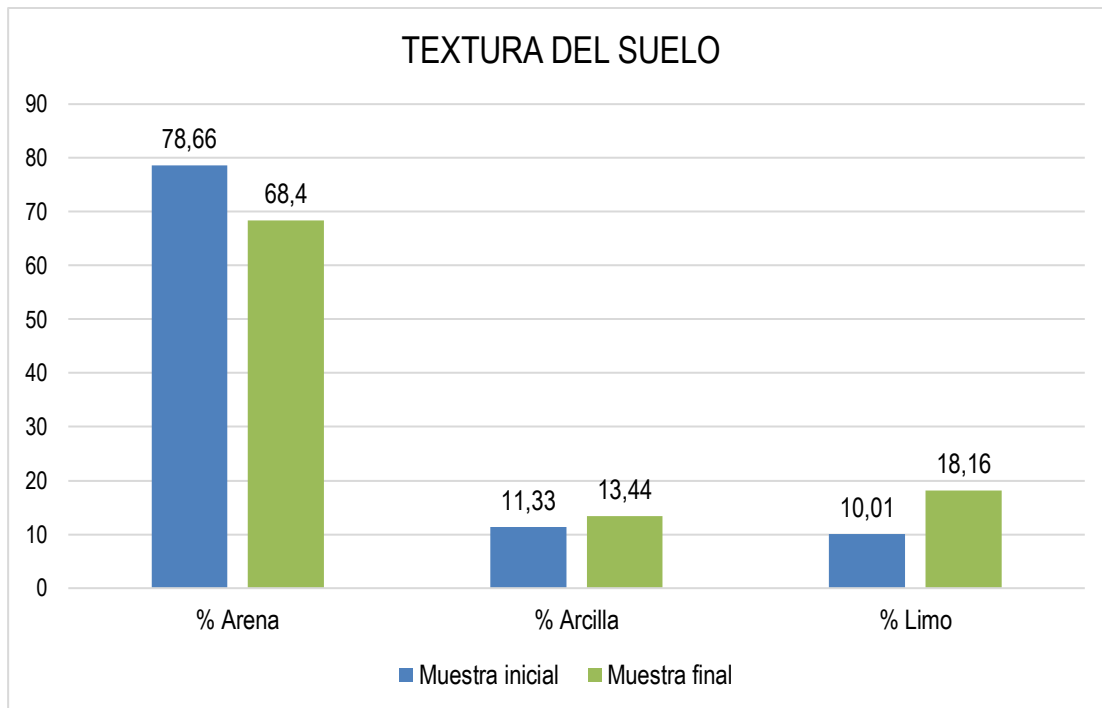
Figura 23 Grafico análisis comparativo intercambio catiónico



Fuente: Autores, 2022

De acuerdo a la gráfica anterior, es posible observar que en la muestra inicial este parámetro tenía un valor de 1,46 el cual indicaba una baja capacidad de intercambio catiónico, mientras que en la muestra final alcanzó un valor de 3,37, es decir, incrementó un 230,82%, es importante señalar que este parámetro está directamente relacionado al carbono total e indica en la muestra final un alto aporte de materia orgánica y de nutrientes esenciales como (Ca, Mg, Na, K, NH₄, entre otros), los cuales contribuyen a una alta productividad y eficiencia de los suelos.

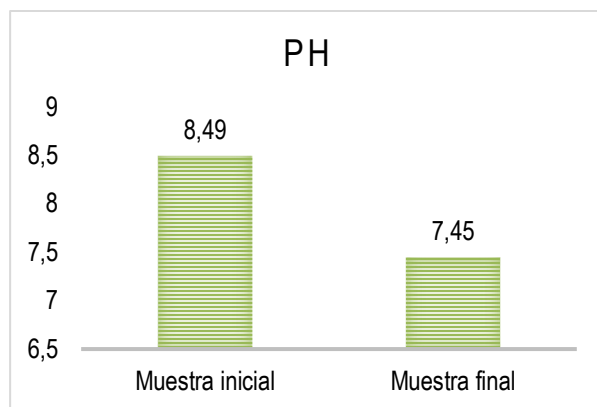
Figura 24 Grafico análisis comparativo textura del suelo



Fuente: Autores, 2022

La grafica anterior nos indica una disminuci3n del 13,04% de arena, un aumento del 118,62% de arcilla y por 3ltimo un aumento del 181,42 del porcentaje de limo, lo que se traduce en un aumento de la capacidad de retenci3n del agua y disminuci3n de lixiviaci3n de nutrientes.

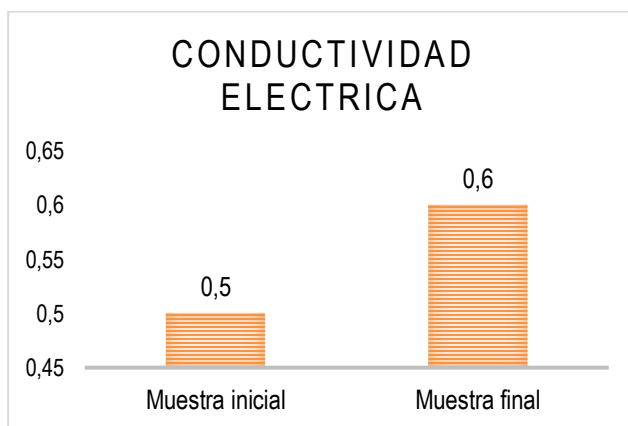
Figura 25 Grafico análisis comparativo Ph



Fuente: Autores, 2022

De acuerdo al valor obtenido en la muestra final, es posible determinar que este parámetro disminuyó un 12,25% respecto a la muestra inicial, lo que indica que el suelo pasó de moderadamente alcalino a un suelo neutro, el cual cumple con las condiciones ideales para la disponibilidad de los nutrientes esenciales en el suelo.

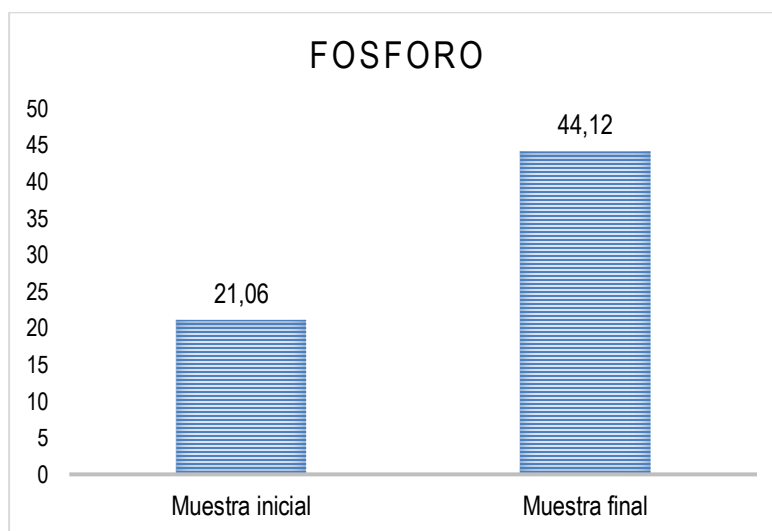
Figura 26 Grafico análisis comparativo conductividad eléctrica



Fuente: Autores, 2022

De acuerdo al análisis comparativo realizado, la muestra final de suelo posee un valor que se encuentra en un rango bajo de conductividad eléctrica, por tanto, nos indica que es un suelo no salino, es decir, no presenta alta concentración de sales solubles.

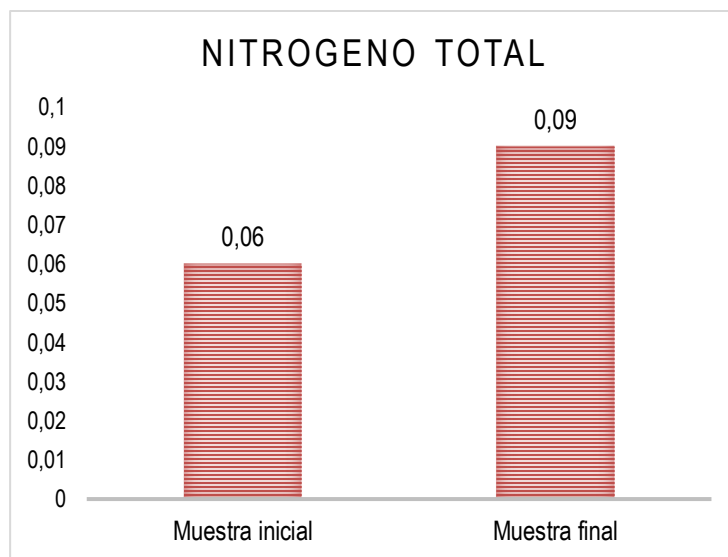
Figura 27 Grafico análisis comparativo fósforo



Fuente: Autores, 2022

En el grafico anterior se evidencia el incremento del 209,5% del fósforo total disponible en el suelo, el cual es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, ya que este contribuye a la estimulación y desarrollo radicular, floración y formación de semilla; y, finalmente la fijación biológica del nitrógeno (N).

Figura 28 Grafico análisis comparativo nitrógeno total



Fuente: Autores, 2022

De acuerdo a los resultados obtenidos el nitrógeno total disponible en el suelo tuvo un aumento del 150%, la importancia de este parámetro en el suelo radica en que es un elemento esencial para la clorofila y es responsable del color verde oscuro de tallos y hojas, del crecimiento vigoroso, macollaje, producción de hojas, y del alargamiento y formación de los granos, su incremento fue notorio y fue evidenciado en la plantación de gramínea, a través del color verde oscuro y el normal crecimiento.

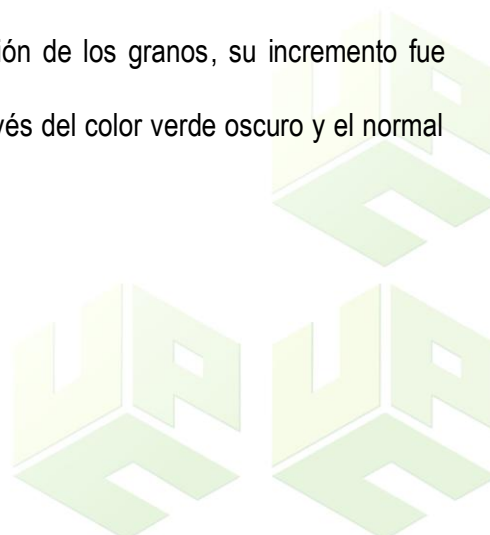
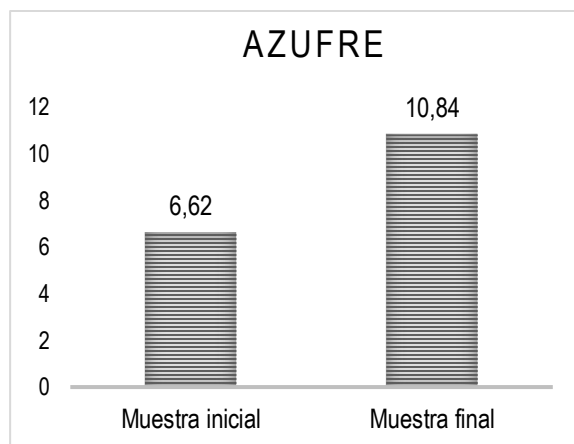


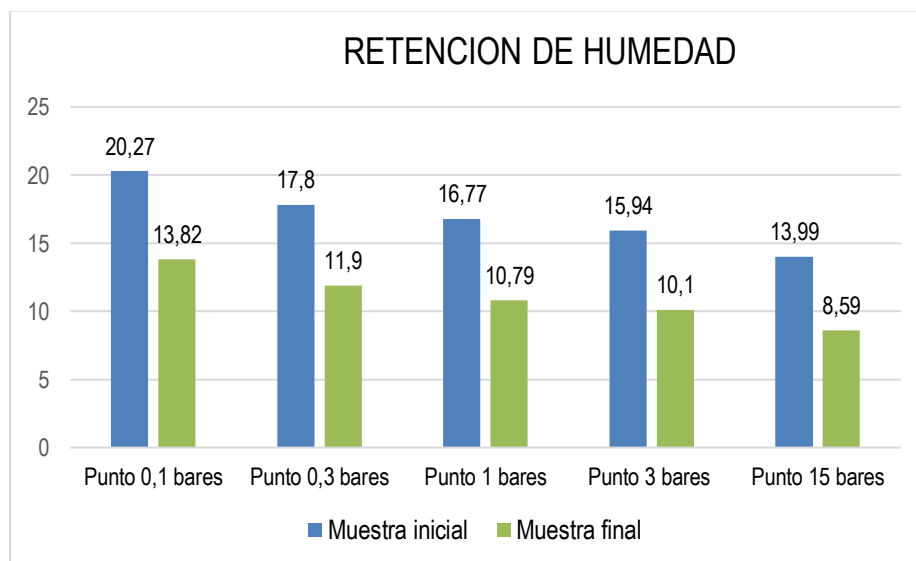
Figura 29 Grafico análisis comparativo azufre



Fuente: Autores, 2022

Respecto al azufre disponible en el suelo, la gráfica anterior nos indica un aumento del 163,75% respecto a la muestra inicial, aumentando de esta manera el sistema de defensa y detoxificación del suelo frente a factores externos que podrían representar un riesgo para el mismo.

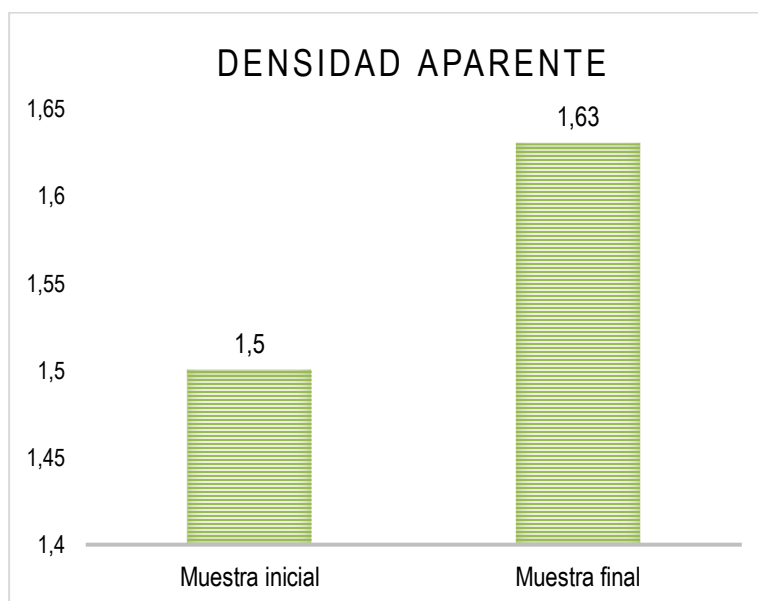
Figura 30 Grafico análisis retención de humedad



Fuente: Autores, 2022

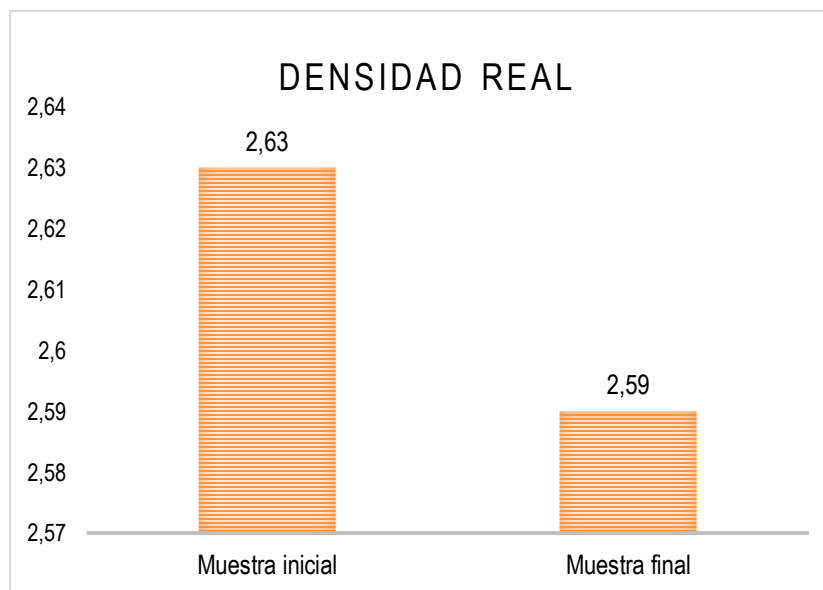
Los valores obtenidos en la gráfica anterior, nos indican una disminución considerable en la retención de la humedad punto 0,1 bares 31,82%, punto 0,3 bares 33,14%, punto 1 bares 35,66%, punto 3 bares 36,64% y punto 15 bares 38,6%, reduciendo de esta forma su capacidad máxima, coincidiendo además con los resultados obtenidos en la textura del suelo, lo cual nos indica las características propias de un suelo franco arenoso, donde existe una mayor circulación de agua debido a la alta porosidad.

Figura 31 Grafico análisis retención de densidad aparente



Fuente: Autores, 2022

Figura 32 Grafico análisis retención de densidad real



Fuente: Autores, 2022

De acuerdo a los resultados obtenidos es posible determinar que en la muestra final la Densidad aparente aumentó 108,67% mientras que la densidad real disminuyó 1,52%, esto significa que el suelo redujo considerablemente su compactación, lo que permite la fácil circulación del agua.



7.3 Formular estrategias para la recuperación y preservación del suelo afectado por incendios forestales en la finca Tío Viva, ubicada en el centro poblado Lagunita, la Guajira, dependiendo su grado de afectación.

7.3.1 Actividad 3.1 Plantear estrategias que conlleven a la preservación y conservación del recurso suelo.

A continuación, se presentan 3 estrategias enmarcadas en la preservación y conservación del recurso suelo, las cuales fueron formuladas de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente:

Tabla 10 Estrategia 1. Articulación institucional

Estrategia 1. Articulación institucional
Objetivo: Anuar esfuerzos de las diferentes entidades territoriales que poseen jurisdicción en el área
Es importante establecer la responsabilidad de entes gubernamentales como Alcaldía Municipal de San Juan del Cesar, Corpoguajira, Oficina de Gestión de Riesgo de Desastres Departamental y Municipal, de promover estrategias orientadas a la ejecución de acciones de prevención y control de incendios forestales, con el fin de establecer respuestas oportunas en caso de ser necesario. Teniendo en cuenta las diversas afectaciones generadas a la población es imprescindible el fortalecimiento del trabajo interinstitucional coordinado y sistemático para la divulgación de medidas de mitigación de impactos generados al ecosistema, en aras de preservar y conservar los recursos naturales y la vida de los pobladores.

Cabe señalar, que la toma de decisiones en torno a las estrategias de conservación de este recurso, debe realizarse de acuerdo a lo establecido en los planes de gestión del riesgo y estrategias de respuesta ante emergencias aprobadas por la Autoridad Ambiental.

Responsable: Entidades territoriales

Fuente: Autores, 2022

Tabla 11 Estrategia 2. Preservación y conservación de áreas de importancia ambiental

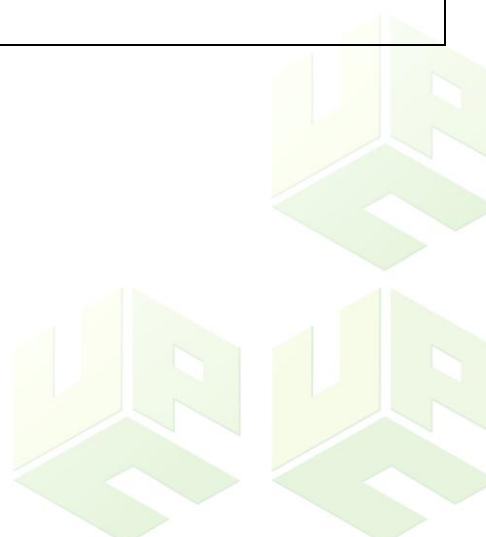
Estrategia 2. Preservación y conservación de áreas de importancia ambiental
Objetivo: Contribuir a la preservación y conservación del recurso suelo
Con el fin de hacer un uso sostenible del recurso suelo, es importante realizar la zonificación ambiental del área determinando las zonas de importancia ambiental, áreas de conservación y áreas susceptibles de aprovechamiento económico (ganadería, agricultura y minería), identificando el estado actual y de esta manera, llevar a cabo programas de reforestación con especies endémicas que faciliten la restauración de biomas en las zonas afectadas. El control de actividades insostenibles como la tala y quema de árboles, uso de plaguicidas y fertilizantes químicos, pastoreo y ganadería extensiva, es importante para la sostenibilidad del área, y en general, la seguridad del recurso, dependerá de la gobernanza del mismo, a través del establecimiento de un plan de gestión ajustado a dinámica de la comunidad y del ambiente.
Responsables: Entidades territoriales y comunidad

Fuente: Autores, 2022

Tabla 12 Estrategia 3. Sensibilización ambiental de la comunidad

Estrategia 1. Sensibilización ambiental de la comunidad
Objeto: Sensibilizar a la población frente a la importancia de la conservación y preservación de los recursos naturales
Con la finalidad de establecer un equilibrio para proteger la sostenibilidad ambiental y económica de la región, la comunidad debe reconocer las potencialidades y restricciones de los recursos naturales en sus territorios, y realizar una correcta gestión de los mismos. Las capacitaciones y jornadas de sensibilización se deben realizar a través talleres y espacios de comunicación que permitan la participación activa de los actores, en el cual se mencionen las problemáticas ambientales presentes y los impactos ambientales asociados a estas, los diferentes planes, estrategias y acciones enmarcados en la reducción de riesgos, entre otras temáticas relevantes.
Responsables: Entidades territoriales y comunidad

Fuente: Autores, 2022



8. CONCLUSIONES

Como resultado del desarrollo de la presente investigación se puede concluir que los suelos afectados por incendios forestales de la Finca Tío Viva ubicada en el Centro Poblado Lagunita, Municipio De San Juan del Cesar, La Guajira son suelos franco arenosos, con un Ph moderadamente alcalino y con un bajo porcentaje de carbono total e intercambio catiónico asociado a la carencia de material orgánico en el suelo, lo que se traduce en la baja productividad, así como también la deficiencia de nutrientes esenciales en el suelo como (Ca, Mg, Na, K, NH₄, entre otros).

Respecto a la aplicación de los tratamientos se evidenció que el Tratamiento 3 (Brachiaria decumbens stapf con compost 10 gramos) implementado en la parcela 5 y 6, mostró un mayor crecimiento y se podría definir que se tuvo cantidades apropiadas de compost, no obstante, las parcelas con menor crecimiento fueron la parcela 1 y 2 (Brachiaria decumbens stapf sin compost), las cuales no se les aplicó ningún tipo de compost, por tanto el suelo no tenía los nutrientes necesarios para el normal crecimiento de las plántulas.

Una vez adaptadas las plántulas de gramínea, se realizó la toma de muestras de suelo final y se estableció un análisis comparativo, en el cual se pudo evidenciar un aumento del 287,5% del carbono total disponible en el suelo, indicando una alta eficiencia en el aporte de material orgánico al suelo, aportando nutrientes importantes y que inciden en la productividad del suelo, asociado además a la aplicación del compost FERTIORGANIC, respecto al intercambio catiónico, hubo un incremento un 230,82%, es importante señalar que este parámetro está directamente relacionado al carbono total

e indica en la muestra final un alto aporte de materia orgánica y de nutrientes esenciales como (Ca, Mg, Na, K, NH₄, entre otros), los cuales contribuyen a una alta productividad y eficiencia de los suelos, los resultados obtenidos en la textura del suelo nos indica una disminución del 13,04% de arena, un aumento del 118,62% de arcilla y por último un aumento del 181,42 del porcentaje de limo, lo que se traduce en un aumento de la capacidad de retención del agua y disminución de lixiviación de nutrientes.

El valor obtenido en la muestra final indica un incremento del 209,5% del fósforo total disponible en el suelo, el cual es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, ya que este contribuye a la estimulación y desarrollo radicular, floración y formación de semilla; y, finalmente la fijación biológica del nitrógeno (N), De igual manera se evidencia un aumento del 150% en el nitrógeno total disponible en el suelo, Respecto al azufre disponible en el suelo nos indica un aumento del 163,75% respecto a la muestra inicial, aumentando de esta manera el sistema de defensa y detoxificación del suelo frente a factores externos que podrían representar un riesgo para el mismo, De acuerdo a los resultados obtenidos es posible determinar que en la muestra final la Densidad aparente aumentó 108,67% mientras que la densidad real disminuyó 1,52%, esto significa que el suelo redujo considerablemente su compactación, lo que permite la fácil circulación del agua.

De manera general se puede concluir que la gramínea *Brachiaria decumbens* Stapf posee un alto porcentaje de eficiencia en la recuperación de los suelos afectados por incendios forestales, mejorando las condiciones fisicoquímicas, a través del aporte de nutrientes vitales en los procesos naturales del suelo.

9. RECOMENDACIONES

- ✱ A las autoridades gubernamentales que poseen jurisdicción en esta área llevar a cabo campañas de sensibilización ambiental frente a factores de riesgo a fin de minimizar los impactos ambientales asociados a estos.
- ✱ A los habitantes de la zona no llevar a cabo la ejecución de actividades insostenibles como la tala y quema de árboles, que representan una amenaza de incendios forestales y de degradación de los suelos.
- ✱ Desarrollar investigaciones rigurosas relacionadas con esta problemática, a partir de la línea base establecida en este documento.



10. BIBLIOGRAFÍA

AEFA. (2017). *Humus*. Obtenido de Asociación española de fabricantes de agronutrientes:
<https://aeфа-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/humus#:~:text=Se%20denomina%20humus%20a%20la,productos%20org%C3%A1nicos%20de%20naturaleza%20coloidal.&text=El%20humus%20se%20caracteriza%20por,los%20suelos%20con%20actividad%20or>

Agroactivocol. (16 de 03 de 2021). *Enmienda*. Obtenido de <https://agroactivocol.com/nutricion-vegetal/las-enmiendas-del-suelo/>

Ambiente bogotá. (08 de 2012). *Protocolo distrital para atención de incidentes forestales*. Obtenido de http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=d2233941-241b-4e27-ba15-d5cdccac1a8b&groupId=10157

Barral Silba , M. T., Devesa Rey, R., & Paradelo Nuñez, R. (2011). *Actas de horticultura N°59*. Santiago de Compostela, España: Sociedad Española de ciencias horticolas.

CASAFE. (02 de 03 de 2021). *Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina*. Obtenido de <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Fertilizant.htm>

Ceballos, F. (22 de 03 de 2021). *Edafología*. Obtenido de [http://www.edafologia.net/introeda/tema02/transf.htm#:~:text=La%20humificaci%C3%B3n%20es%20el%20proceso,transformaci%C3%B3n%20de%20la%20materia%20org%C3%A1nica\).&text=La%20humificaci%C3%B3n%20es%20responsable%20de,mineralizaci%C3%B3n%20conduce%20a%20su%20](http://www.edafologia.net/introeda/tema02/transf.htm#:~:text=La%20humificaci%C3%B3n%20es%20el%20proceso,transformaci%C3%B3n%20de%20la%20materia%20org%C3%A1nica).&text=La%20humificaci%C3%B3n%20es%20responsable%20de,mineralizaci%C3%B3n%20conduce%20a%20su%20)

CMA. (26 de 03 de 2021). *GLOSARIO DE TÉRMINOS RELATIVOS A INCENDIOS FORESTALES*. Obtenido de

http://www.cma.gva.es/areas/estado/bosques/planes_incendios_parques/TURIA/0-Generales/glosario.pdf

Corpoguajira. (2011). *Estudio de factibilidad para la declaración de un área natural protegida en el corregimiento de cañaverales Municipio de San Juan del Cesar*. Rioacha, Colombia: Biocolombia.

Fernández Médez, F., Velasco Salcedo, V. M., Guerrero Contecha, J., Galvis, M., & Viana Neri, A. (2016). Recuperación ecológica de áreas afectadas por incendio forestal en la microcuenca tintales (Boyacá, Colombia). *Colombia Forestal*, 143-160.

FORSUELO. (28 de 03 de 2021). *Restauración de suelos degradados*. Obtenido de <http://forsuelo.es/servicios-de-fertilizacion/restauracion-de-suelos-degradados/#:~:text=La%20aplicaci%C3%B3n%20de%20material%20bioestabilizado,biol%C3%B3gica%20a%20medio%20y%20largo>

González Ulibarry, P. (2017). *Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna*. Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Google Maps. (13 de 03 de 2020). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Valledupar,+Cesar/@10.4645041,-73.2932691,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e8ab9b5d6cf71d7:0x84a43625b14c234a!8m2!3d10.4742449!4d-73.2436335?hl=es>

Guerrero, S. (15 de 02 de 2021). *El Heraldo*. Obtenido de Este año se han registrado 15 incendios forestales en La Guajira: <https://www.elheraldo.co/la-guajira/este-ano-se-han-registrado-15-incendios-forestales-en-la-guajira-795148>

Hernández, A. J. (1991). *Ecosystems Global Problems*. In: De Cleris, M. Atenas Grecia: Handbook of Systems Science.

Hernández, A. J., & Pastor, J. (08 de 08 de 2021). *La restauración ecológica de ecosistemas degradados: Marcos conceptuales y metodologías para la acción*. Obtenido de <https://docplayer.es/55030659-Marcos-conceptuales-y-metodologias-para-la-accion-la-restauracion-ecologica-de-ecosistemas-degradados-capitulo-26.html>

IAEA. (25 de 03 de 2021). *Mejora de la fertilidad del suelo*. Obtenido de Organismo Internacional de Energía Atómica: <https://www.iaea.org/es/temas/mejora-de-la-fertilidad-del-suelo>

IDIGER. (10 de 02 de 2016). *Caracterización General del Escenario de Riesgo por incendio forestal*. Obtenido de Instituto distrital de gestión de riesgos y cambio climático: <https://www.idiger.gov.co/rincendio/#:~:text=Los%20incendios%20forestales%20son%20un,del%20a%C3%ADre%20y%20el%20paisaje>.

Min ambiente. (2015). *Los Incendios Forestales*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=428:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-23>

Ojeda, David; Barbosa, Cesar; Pinto, Jorge; Cardona, María Cecilia; Cuellar, Mónica; Cruz, Sandra; De la Torre, Luz Estela; Castañeda, Javier; Barrera, Carlos Ramón; González, Yolanda; Alarcón, Juan Carlos;. (2017). *Ecosistemas*. Obtenido de IDEAM: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap7.pdf>

OMS. (2000). *Incendios forestales*. Obtenido de https://www.who.int/hac/techguidance/ems/vegetation_fires/es/

SGC. (2021). *Historia Sísmica del Municipio de Valledupar*.

SIAC. (18 de 03 de 2021). *Degradación de suelos*. Obtenido de Sistema de información ambiental de Colombia:

siac.gov.co/erosion#:~:text=La%20erosión%20de%20los%20suelos,mismos%20(LaI%2C%202001).

SIMMA. (2021). Reporte de Registro de deslizamientos en el Municipio de Valledupar.

Zuluaga Reyes, M. E. (2020). *Restauración ecológica a suelos impactados por incendios forestales*. Tunja, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.



11. ANEXOS

Anexo 1 Resultados de laboratorio muestra inicial de suelo

INFORME No.QAS22-003029 CESAR NIEVES ARAUJO 2022-02-07



**REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO
DE SERVICIOS UNA MUESTRA
GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA**

ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: CESAR NIEVES ARAUJO
CÉDULA O NIT: 1065639252
DIRECCIÓN: TRANSVERSAL 28 # 12A BIS-35
DEPARTAMENTO: LA GUAJIRA
MUNICIPIO: SAN JUAN DEL CESAR
TEL, Fijo/CEL: 3012909330 / 3012909330
TIPO DE ANALISIS: ELEMENTO FOSFORO + AZUFRE DISPONIBLE + pH y C.E. + CARBONO TOTAL + CIC
REAL + NITROGENO TOTAL + TEXT

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS22-003029	LQAS22-003726

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: Recipiente 1
MATERIA: Suelos
VEREDA: Centro poblado laguita guajira
FINCA: Tio viva
PRODUCTOR: CESAR NIEVES ARAUJO
CULTIVO(S): Pasto variedad Brachiaria decumbens stapf con 6 Mes de edad

ALTURA: 250m.s.n.m
PROFUNDIDAD: 0 a 30 cm
TIPO DE REGO: Gotico
TOPOGRAFIA: Plano
DRENAJE: Buen drenaje

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Agrosavia con acreditación ONAC vigente a la fecha, con código de acreditación 13-LAB-031, bajo la norma ISO/IEC 17025:2017

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH (GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02), Material disponible Bray II (GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008, Método b. Medición en suspensión suscológica en relación 1:5 (peso/volumen)), cationes intercambiables en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeso, Cobalto y Zinc (NTC 5536:2007), determinación de Carbono Orgánico en suelo (GA-R-119 V2 2019-09-05).

FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-01-15

FECHA DE ANÁLISIS: De 2022-1-15 a 2022-02-07

FECHA DE REPORTE: 2022/02/08

Yení Rodríguez Giraldo (E0908) (E0908)

Coordinador técnico del laboratorio de Química Analítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACIÓN
Carbono total (CT)	g/100g	Combustión por vía seca en analizador elemental	0.40	
Capacidad Interc. Cationico Acida (CICA)	cmol(+) /kg	Acetato de amonio 1N pH 7.0	1.46	
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	78.66	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	11.33	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	10.01	
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos	F-A	
pH (1:2,5)	Unidades de pH	GA-R-46, versión 05 de 2019-10-02	8.49	Muy alcalino
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Calidad del suelo: Determinación de la conductividad eléctrica, Método B. Medición en suspensión suscológica relación 1:5 (Peso/volumen)	0.30	No salino
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-48, versión 05 de 2019-10-02.	21.06	Medio
Nitrogeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0.08	
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	6.62	Bajo

NOTAS: 1) Interpretación basada en: ICA, 1992. Fertilización en diversos cultivos. Cuanta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2)

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATÁ
KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA (CUNDINAMARCA)
TELÉFONOS: 4227300 EXTENSION: 1369
suelos@agrosavia.co

Página 1 de 2

CÓDIGO: GA-F-97

VERSIÓN: 5

FECHA DE APROBACIÓN Y PUBLICACIÓN DEL CAMBIO: 2020-10-21

Fuente: Laboratorio Agrosavia, 2022

Anexo 2 Resultados de laboratorio muestra final del suelo

INFORME No.QAS22-003029 CESAR NIEVES ARAUJO 2022-06-06

AGROSAVIA
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria



**REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO
DE SERVICIOS UNA MUESTRA
GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA**

LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: CESAR NIEVES ARAUJO
CÉDULA O NIT: 1065639252
DIRECCIÓN: TRANSVERSAL 28 # 12A BIS-36
DEPARTAMENTO: LA GUAJIRA
MUNICIPIO: SAN JUAN DEL CESAR
TEL. FIJO/CEL: 301.2909330 / 301.2909330
TIPO DE ANALISIS: ELEMENTO FOSFORO + AZUFRE DISPONIBLE + pH y C.E. + CARBONO TOTAL + CIC
REAL + NITROGENO TOTAL + TEXT

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS22-003029	LQAS22-003725

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: Recipiente 2
MATRIZ: Suelos
VEREDA: Centro poblado laguita guajira
FINCA: Tila viva
PRODUCTOR: CESAR NIEVES ARAUJO
CULTIVO(S): Pasto variedad Brachiaria decumbens stapf con 4 meses de edad

ALTURA: 250m.s.n.m
PROFUNDIDAD: 0 a 30 cm
TIPO DE RIEGO: Goteo
TOPOGRAFIA: Plano
DRENAJE: Buen drenaje

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Agrosavia con acreditación ONAC vigente a la fecha, con código de acreditación 13-LAB-031, bajo la norma ISO/IEC 17025:2017

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02, fósforo disponible Bray II (GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008, Método b. Medición en suspensión acuosa en relación 1:5 (peso/volumen)), cationes intercambiables en suelo caldo, magnesio, potasio y sodio disponibles (GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02), micronutrientes en suelo por Calen modificado Hierro, Manganeso, Cobalto y Zinc (NTC 5596:2007), determinación de Carbono Orgánico en suelo (GA-R-119 V2 2019-09-30).

FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-05-06
FECHA DE ANÁLISIS: De 2022-05-10 a 2022-05-02
FECHA DE REPORTE: 2022/06/06

Yeni Rodríguez Giraldo (E5968) (E5968)

Coordinador Técnico del Laboratorio de Química Analítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACIÓN*
Carbono total (CT)	g/100g	Combustión por vía seca en analizador elemental	1.15	
Capacidad Interc. Cationico Acida (CICA)	cmol(+) / kg	Acetato de amonio 1N pH 7.0	3.37	
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	68.40	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	13.44	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	18.16	
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos	F-A	
pH (1:2.5)	Unidades de pH	GA-R-46, versión 05 de 2019-10-02	7.45	Alcalino
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Calidad del suelo: Determinación de la conductividad eléctrica, Método B. Medición en suspensión suelo/agua relación 1:5 (Peso/volumen)	0.00	No salino
Fósforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-48, versión 05 de 2019-10-02	44.12	Alto
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0.09	
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fósforo monocálcico de calcio	10.84	Medio

NOTAS: 1) Interpretación basada en: ICA, 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2)

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATÁ
KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA (CUNDINAMARCA)
TELÉFONOS: 4227300 EXTENSIÓN: 1369
suelos@agrosavia.co

Página 1 de 2

CÓDIGO: GA-F-97
VERSIÓN: 5

FECHA DE APROBACIÓN Y PUBLICACIÓN DEL CAMBIO: 2020-10-21

Fuente: Laboratorio Agrosavia, 2022

Anexo 3 Resultados de laboratorio muestra inicial de suelo

INFORME N° 52 FS22 (15746-15747) CESAR NIEVES 2022-05-26

 Corporación Agraria de Servicios Agropecuarios	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA		CÓDIGO: GA-4-71	
	REPORT DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA		VERSIÓN: 3	
	LABORATORIO DE SUELOS, AGUA Y PLANTAS		FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2022-10-08	
1. Información del cliente Nombre y Apellido: CESAR NIEVES RAMIRO Ciudad o IT: MEDANCA Dirección: TRANSVERSAL 28 # 12A BIS 16 Opila: LA GUAYMA Municipio: SAN JUAN DEL CESAR Tel. (opcional): Tipo de análisis: CURVA DE RETENCIÓN DE HUMEDAD (6 PUNTOS) O: BARRIL, O: BARRIL, L: 100 ML, L: 500 ML Y 10 BARRIL CON MODO APARENTE DENSIDAD REAL.			R DE SOLICITUD: 52 CÓDIGO DE LABORATORIO: FS22-15746	
2. Información de la muestra Identificación: CESAR NIEVES 1 Intero: SUELO Utenso: CENTRO FORNADO LAGUNA GUAYMA Pínea: TIGREVA Cultivo: PASTO BRACHARIA Topografía: PLANO			Real: Rodríguez Orozco, (2022) Coordinador Técnico de Laboratorio	
Fecha de recepción: 2022-05-18 Fecha(s) de análisis: Del 2022-05-18 Al 2022-05-18 Fecha de entrega: 2022-05-18				
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACIÓN
Retención de Humedad	% _{h₂O}	Cámaras de succión		
Punto 0,1 bares	% _{h₂O}	Cámaras de succión	30,17	
Punto 0,3 bares	% _{h₂O}	Cámaras de succión	17,80	
Punto 1 bares	% _{h₂O}	Cámaras de succión	16,77	
Punto 3 bares	% _{h₂O}	Cámaras de succión	15,90	
Punto 15 bares	% _{h₂O}	Cámaras de succión	11,99	
Densidad aparente (D _a)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,82	
Densidad Real (D _r)	g/cc	Flotación	2,38	
OBSERVACIONES: Ninguna				
Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia. Este documento no debe producirse electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA. La información presentada en el numeral 3. del informe de resultados, es suministrada por el cliente. Los resultados expresados en el informe son válidos de la muestra tal como fue suministrada por el cliente al servicio. El cliente es responsable del material y traslado de muestras al laboratorio, los resultados no son modificados o alterados en su confiabilidad desde la recepción y sus posteriores análisis con los reflejos en el análisis. CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGRPECUARIA, NIT: 90010000-1 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TRIBUTARIA KILOMETRO 24 VÍA MONGUERA, MONGUERA (CORONILLA) TEL: 0052-15746 EXT. 1114, 1188 E-MAIL: prodigios@agrosavia.com				

Fuente: Laboratorio Agrosavia, 2022

Anexo 4 Resultados de laboratorio muestra final de suelo

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA		CÓDIGO: GA-F-73																																														
			VERSIÓN: 3																																														
REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA			FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30																																														
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS																																																	
1. Información del cliente Nombre y Apellido: CESAR NIEVES ARAUJO Cédula o NIT: NO INDICA Dirección: TRANSVERSAL 28 # 12A BIS 36 Dpto: LA GUAJIRA Municipio: SAN JUAN DEL CESAR Tel. fijo/Celular: 3012909330 Tipo de análisis: CURVA DE RETENCIÓN DE HUMEDAD (5 PUNTOS) 0,1 BARES, 0,3 BARES, 1,0 BAR, 3,0 BARES Y 15 BARES. DENSIDAD APARENTE. DENSIDAD REAL.			# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO																																													
			52	FS22-15747																																													
2. Información de la muestra Identificación: CESAR NIEVES 2 Matriz: SUELO Vereda: CENTRO POBLADO LAGUITA GUAJIRA Finca: TIO VIVA Cultivo: PASTO BRACHIARIA Topografía: PLANO Fecha de recepción: 2022-05-09 Fecha(s) de análisis: De: 2022-05-09 A: 2022-05-25 Fecha de reporte: 2022-05-26			Yeni Rodríguez Giraldo. (E6968) Coordinador Técnico de Laboratorio																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DETERMINACIÓN ANALÍTICA</th> <th>UNIDAD</th> <th>MÉTODO</th> <th>VALOR</th> <th>INTERPRETACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Retención de Humedad</td> <td>%p/v</td> <td>Camaras de succión</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Punto 0,1 bares</td> <td>%p/v</td> <td>Camaras de succión</td> <td>13,82</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Punto 0,3 bares</td> <td>%p/v</td> <td>Camaras de succión</td> <td>11,90</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Punto 1 bares</td> <td>%p/v</td> <td>Camaras de succión</td> <td>10,79</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Punto 3 bares</td> <td>%p/v</td> <td>Camaras de succión</td> <td>10,10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Punto 15 bares</td> <td>%p/v</td> <td>Camaras de succión</td> <td>8,59</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad Aparente (Da)</td> <td>g/cc</td> <td>Anillo con volumen conocido</td> <td>1,50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad Real (Dr)</td> <td>g/cc</td> <td>Picnómetro</td> <td>2,63</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION	Retención de Humedad	%p/v	Camaras de succión			Punto 0,1 bares	%p/v	Camaras de succión	13,82		Punto 0,3 bares	%p/v	Camaras de succión	11,90		Punto 1 bares	%p/v	Camaras de succión	10,79		Punto 3 bares	%p/v	Camaras de succión	10,10		Punto 15 bares	%p/v	Camaras de succión	8,59		Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,50		Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,63	
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION																																													
Retención de Humedad	%p/v	Camaras de succión																																															
Punto 0,1 bares	%p/v	Camaras de succión	13,82																																														
Punto 0,3 bares	%p/v	Camaras de succión	11,90																																														
Punto 1 bares	%p/v	Camaras de succión	10,79																																														
Punto 3 bares	%p/v	Camaras de succión	10,10																																														
Punto 15 bares	%p/v	Camaras de succión	8,59																																														
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,50																																														
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,63																																														
OBSERVACIONES: Ninguna																																																	
Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente. Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio. El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis. CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA, MOSQUERA (CUNDINAMARCA) TELÉFONOS: 4227300 EXT.: 1414, 1369 E-MAIL: yrodriguez@agrosavia.co																																																	

Fuente: Laboratorio Agrosavia, 2022