

**EFICACIA DEL USO DE LA ESPECIE *GLIRICIDIA SEPIUM* EN SUELOS
DEGRADADOS POR INCENDIOS FORESTALES EN LA ZONA RURAL DE ISLA
GRANDE-CHIMICHAGUA EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**



AUTORES:

Dimar Jesús Sánchez Quintero
Luis Alfonso Lozano Cervantes

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR
2022**

**EFICACIA DEL USO DE LA ESPECIE *GLIRICIDIA SEPIUM* EN SUELOS
DEGRADADOS POR INCENDIOS FORESTALES EN LA ZONA RURAL DE ISLA
GRANDE-CHIMICHAGUA EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

Anteproyecto para obtener el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario

AUTORES:

Dimar Jesús Sánchez Quintero

Luis Alfonso Lozano Cervantes

DIRECTOR:

Ing. Héctor Segura

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR
2022**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1. PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 OBJETIVO GENERAL.	11
3.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3.2 MARCO REFERENCIAL	12
3.2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	12
3.3 MARCO TEÓRICO.....	15
3.2.1 Degradación del suelo.....	16
3.2.1.1 Procesos de degradación.....	17
3.2.2 Técnicas de recuperación de Suelos.....	18
3.2.2.1 Abono orgánico	18
3.2.2.2 Fitoremediación.....	19
3.2.3 Parámetros de análisis del suelo	19
3.2.3 Especie Matarratón	21
3.2.3.1 Descripción Botánica:.....	23
3.2.3.2 Usos y propiedades:.....	23
.....	23
3.2.3.3. Efectos de los Incendios Forestales	23
3.3 MARCO CONTEXTUAL	24
3.4 MARCO CONCEPTUAL.....	26

3.5 MARCO LEGAL	29
4. MARCO METODOLOGICO	33
4.1 Línea de investigación.....	33
4.2 Tipo de investigación.....	33
4.2.1 Diseño de la investigación: Durante la investigación el diseño a ejecutar es de campo el cual consiste en tomar los datos directamente de los suelos degradados por Incendios Forestales en el área Rural de Isla Grande, Chimichagua.....	33
4.3 POBLACION	33
4.3.1 MUESTRA.....	34
4.4 DESARROLLO METODOLÓGICO	35
ETAPA 1: Identificación de las propiedades físico- químicas del suelo degradado por Incendios Forestales en Isla Grande, Chimichagua.....	35
ETAPA 2: Análisis de la interacción de los suelos contaminados por la degradación mediante la aplicación de la especie Matarratón (<i>Gliricidia Sepium</i>) y enmiendas orgánicas para la recuperación del suelo.....	40
ETAPA 3: Evaluar la eficiencia de la interacción de la especie Matarratón (<i>Gliricidia Sepium</i>) y las enmiendas en la reestructuración de las propiedades del suelo degradado.	41
ETAPA 4: Plantear técnicas de reforestación en el área degradada por los Incendios Forestales.	43
5. ANALISIS DE RESULTADOS	44
5.1 ETAPA 1: Identificación de las propiedades físico- químicas del suelo degradado por Incendios Forestales en Isla Grande, Chimichagua.....	44
5.2 ETAPA 2: Análisis de la interacción de los suelos contaminados por la degradación mediante la aplicación de la especie Matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>) y enmiendas orgánicas para la recuperación del suelo.	53

5.2 ETAPA 3: Evaluar la eficiencia de la interacción de la especie Matarratón (Pabase) y las enmiendas en la reestructuración de las propiedades del suelo degradado.

65

5.3 ETAPA 4: Plantear técnicas de reforestación en el área degradada por los Incendios Forestales. 72

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 73

BIBLIOGRAFÍA 74

ANEXOS..... 76

ANEXO A. Parámetros fisicoquímicos suelo degradado 77

ANEXO B. Registro fotográfico 79

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Procesos de degradación de suelos. 17

Ilustración 2. Esquema degradación del suelo 18

Ilustración 3. Especie Matarratón (Gliricidia Sepium) 22

Ilustración 4. Ubicación General de Chimichagua en Departamento del Cesar 25

Ilustración 5. Localización de Isla Grande- Chimichagua 25

Ilustración 6. Esquema Parcela miento 40

Ilustración 7. Visita de inspección 45

Ilustración 8. Plantas frutales en Isla Grande. 49

Ilustración 9. Imágenes plantas frutales 49

Ilustración 10. Vegetación encontrada en inspección 50

Ilustración 11. Plantación y determinación de los estolones 53

Ilustración 12. Implementación del vivero 55

Ilustración 13. Socialización con la comunidad aledaña 57

Ilustración 14. Preparación de la enmienda orgánica 59

Ilustración 15. Parcelamiento 62

Ilustración 16. Fotografía especie Pabase a los 2 meses de la recuperación..	64
Ilustración 17. Fotografía de las plagas presentadas en la especie.....	65
Ilustración 18. Fotografía del suelo después de la aplicación del tratamiento .	66
Ilustración 19. Especie Pabase a los 4 meses del tratamiento	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de materia orgánica (%) según el tipo de textura del suelo....	21
Tabla 2. Normograma	29
Tabla 3. Parámetros del suelo	37
Tabla 4. Caracterización de Fauna	47
Tabla 5. Análisis de los parámetros fisicoquímicos	52
Tabla 6. Evaluación de parámetros fisicoquímicos antes y después del tratamiento de Pabase y enmienda orgánica	67

INTRODUCCIÓN

Debido a los cambios en los factores ambientales, sociales y culturales, ocasionados en Isla Grande, Chimichagua producto de incendios forestales que a su vez ha tenido una serie de efectos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.

Es necesario, evaluar los efectos más relevantes del fuego en el suelo con cambios principalmente en la materia orgánica, acidez o pH, efectos biológicos, estabilidad estructural, porosidad y cambios en la nutrición total del suelo. Es por ello, que a través de las propiedades de restauración de la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*) es ineludible conocer los efectos sobre este recurso y cómo restaurarlo, planteando alternativas que nos permitan impactar positivamente en el recurso altamente afectado.

Con esta investigación se pretende identificar las propiedades físicas y químicas del suelo degradado, además de analizar la interacción de los suelos degradados por incendios forestales mediante la aplicación de la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*) y enmiendas orgánicas para evaluar la eficacia de interacción de la especie y las enmiendas en el suelo degradado, permitiendo plantear técnicas de reforestación.

Por consiguiente, a lo anterior, el objetivo fundamental es de reconstruir la función y estructura del área perturbada por Incendio Forestal mediante el uso de la tecnología de fitorremediación con Matarratón (*Gliricidia Sepium*), lo que se debe a sus resultados positivos en la reparación de secuelas y su espacio temporal con el compostaje.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los bosques naturales son cada vez afectados por el cambio climático a consecuencia de la acción humana, es por ello, que el Cesar debido a su alta susceptibilidad al desarrollo de incendios forestales; conforme a su climatología, que son un factor muy importante en los cambios de uso del suelo y en la transformación y afectación de ecosistemas. (Cesar, 2011)

En Isla Grande, es incontenible la presión sobre el recurso suelo ejercida por los fenómenos de crecimiento que ha traído consigo la pérdida anual de miles de hectáreas de terreno que son transformadas irreversiblemente, desertizadas o erosionadas, de tal modo que resulta cada vez más importante tomar medidas preventivas o correctivas contra estos procesos

Este tipo de emergencia ha generado afectaciones ambientales de difícil cuantificación, que aumenta significativamente con las prácticas culturales incorrectas que han pasado de generación en generación, por ejemplo, con la realización de las llamadas quemadas controladas, las cuales fácilmente pueden perder su control y dar paso a un incendio forestal. Así mismo, estos impactos van desde problemas en los recursos suelo, agua, biológico y ambiental hasta problemas sociales, culturales y económicos. (Reyes, 2020)

Por consiguiente, para este tipo de afectación el fuego y el calor son responsables de diferentes cambios que se pueden presentar en la estructura del suelo al momento de ocurrencia de un incendio forestal, la materia orgánica se mineraliza rápidamente como efecto de la carbonización desapareciendo así los microorganismos asociados a esta, las altas temperaturas provocan un desecamiento del suelo comprometiendo así las propiedades físicas como el color y la capacidad de retener humedad a consecuencia de la pérdida de la cubierta forestal.

A su vez, los incendios forestales en Isla Grande han generado afectaciones considerables en el pH, la estabilidad estructural, la porosidad, los ciclos de nutrientes y en la actividad biológica. A estas situaciones se suma la falta de lineamientos de orden nacional y regional, que permitan mejorar la evaluación del impacto ambiental y llevar a cabo acciones

puntuales en cuanto a la restauración de los suelos afectados por los incendios forestales.
(Reyes, 2020)

Según el Mapa de Riesgo por Incendios Forestales en el Departamento del Cesar (Cesar, 2011) , la climatología tiene gran influencia en la frecuencia de los incendios forestales tanto que : los combustibles dispuestos, la sequía acumulada, el brillo solar y la dirección y fuerza de los vientos favorecen su desarrollo, especialmente en época de verano cuando la vegetación está en su período de latencia, y, debido a la acción de los vientos alisios, y los altos valores de inflamabilidad y combustibilidad de algunas especies de árboles, arbustos y herbazales se generan las condiciones necesarias para el desarrollo de estos fenómenos.
(Cesar, 2011)

Así mismo, el municipio de Chimichagua se halla ubicado a orillas de la ciénaga de Zapatosa, con su llamativa y abundante vegetación macrofita, así como algunos elementos arbóreos presentes en la interface tierra agua. Específicamente los sitios conocidos como “Isla de la Yeguas” e “isla del amor” tienen un historial de incendios forestales ocasionados anualmente por una actividad cultural de la región como es la cacería de tortugas icoteas (*Trachemys scripta callirostris*). (Cesar, 2011)

En la rehabilitación de isla Grande-Chimichagua, se tiene como objetivo el restablecimiento de la función y la estructura de las áreas que han sido disturbadas utilizando técnicas de Fitorremediación con la utilización de *Gliricidia Sepium* por sus positivos resultados en la reestructuración de propiedades edáficas y a su vez el abono orgánico.

1.1. PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Qué eficacia tiene la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*) en la recuperación de suelos degradado por Incendios Forestales en la Zona Rural de Isla Grande- Chimichagua en el Departamento del Cesar?

2. JUSTIFICACIÓN

Los Bosques son importantes para preservar la vida en el planeta, con sus funciones principales como son la de albergar la mayor biodiversidad y las que ejerce en las múltiples regulaciones, en especial la climática, se hace necesario informar sobre los impactos que generan los incendios forestales y la necesidad de priorizar las acciones que conduzcan a evitar la presencia de estos eventos

De acuerdo a esto, la recuperación de este tipo de recursos, puede representar altos costos y de capacidad técnica, por lo tanto, estas técnicas seleccionadas, pueden resultar eficientes y representar para la comunidad una respuesta asequible para el mejoramiento de este tipo de afectaciones.

La *Gliricidia Sepium*, es conocida en Colombia comúnmente como Matarratón, cuando su propagación se realiza por estaca presenta resultados a corto plazo en el suelo. Debido a que a los tres meses de sembrada aparecen las bacterias nitrificantes en sus raíces, mostrándose como pequeños nódulos que fijan nitrógeno por medio de una relación entre la planta y la bacteria *Rhizobium*, esto origina una transferencia directa de Nitrógeno, de los árboles a la hierba como lo establece Sierra & Nygren, 2006; Aldana, 2009 citado por Cuervo, et al, 2013.

La recuperación de este ecosistema quemado mediante métodos naturales de recuperación es fundamental ya que es un complejo rico en biodiversidad por encontrarse en estribaciones de la **Ciénaga de Zapatosa**. Así mismo, los incendios eliminan la cobertura vegetal y si se erosionan por las lluvias, ni plantas ni animales pueden regresar porque sus hábitats han desaparecido.

Con el restablecimiento de los atributos de la cobertura vegetal de la Isla, tanto en estructura como en composición; pretende incorporación de la vegetación nativa que permite la disponibilidad de nutrientes abriendo paso así a la evolución natural del sistema en la que las especies reintroducidas inician procesos de reconocimiento de la flora y fauna nativa generando así procesos de apropiación en este entorno.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Determinar la eficacia del uso de la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*) en suelos degradados por incendios forestales en la Zona Rural de Isla Grande-Chimichagua en el Departamento del Cesar.

3.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las propiedades físico- químicas del suelo degradado por Incendios Forestales en Isla Grande, Chimichagua.
- Analizar la interacción de los suelos contaminados por la degradación mediante la aplicación de la especie Matarratón (***Gliricidia Sepium***) y enmiendas orgánicas para la recuperación del suelo.
- Evaluar la eficiencia de la interacción de la especie Matarratón (***Gliricidia Sepium***) y las enmiendas en la reestructuración de las propiedades del suelo degradado.
- Plantear técnicas de reforestación en el área degradada por los Incendios Forestales.

3.2 MARCO REFERENCIAL

Para la realización de nuestra investigación es fundamental guiarnos a través de investigaciones existentes, así como también de informes, estudios en el área de la eficacia de la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*) en la recuperación de suelos degradados por incendios forestales con el fin de adquirir destrezas en el desarrollo final de nuestro proyecto de investigación.

3.2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Rosero J. (2013), Desarrolló una investigación llamada Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo para la Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia, donde se hace un análisis de la literatura y los estudios realizados a nivel mundial, en cuanto a los cambios químicos del suelo, las modificaciones en la porosidad, estructura y textura del suelo, las afectaciones biológicas y los cambios de la materia orgánica. Se considera que la ocurrencia de un incendio forestal genera afectaciones considerables en el pH, la estabilidad estructural, la porosidad, los ciclos de nutrientes y en la actividad biológica. A estas situaciones se suma la falta de lineamientos de orden nacional y regional, que permitan mejorar la evaluación del impacto ambiental y llevar a cabo acciones puntuales en cuanto a la restauración de los suelos afectados por los incendios forestales.

Xiong (2015), Desarrollo una investigación de Recuperación y rehabilitación de suelos contaminados con elementos traza mediante la aplicación de enmiendas y el establecimiento de una cubierta vegetal natural o de una planta de crecimiento rápido (PAULOWNIA FORTUNEI); en la presente Tesis se llevaron a cabo dos experimentos de recuperación natural asistida de suelos contaminados con elementos traza, uno en condiciones de campo y otro en contenedores al aire libre (condiciones de semicampo). Los principales objetivos de dichos experimentos fueron: 1) el estudio del efecto de enmiendas en las propiedades químicas y bioquímicas de suelos contaminados con elementos traza; 2) la evaluación del

efecto de las enmiendas en las variaciones de las concentraciones de elementos traza biodisponibles a medio y largo plazo. (Xiong, 2015)

Álzate y García (2017), desarrollaron la investigación titulada Degradación de la materia seca del Matarratón y su relación con liberación de nitrógeno en arreglos agroforestales; para optar el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario para la Universidad de la Rioja, España. Con la finalidad de determinar la degradación simulada de la materia seca del matarratón en el suelo, en cuatro tratamientos de cercas vivas, banco de proteína, pastura en callejones y cultivo en callejones; usando bolsas de nylon, durante un período de 16 semanas; en tiempos predeterminados y se evaluó las características de la biomasa y la liberación de nitrógeno para conocer su importancia como abono orgánico para el suelo y su potencial uso para mejorar la calidad del mismo. Los principales resultados fueron; la biomasa del matarratón presentó una tasa de mineralización o degradación promedia de 3.4% por semana, además fue evidente el aporte de nitrógeno por parte del matarratón al suelo, donde presentó una buena liberación por semana de aproximadamente 5.5% adecuada para mantener la presencia de este elemento en el suelo, y de forma rápida ya que a partir de las cuatro semanas se reportan los mayores niveles de liberación y ambientalmente el matarratón ayuda a promover la conservación de los recursos naturales ya que su interacción con el suelo presenta resultados positivos e importantes para una sostenibilidad de origen orgánico, evitándose de esta manera la utilización de elementos químicos o tóxicos que dejen efectos indeseables para el medio ambiente. (Luz Garcia, 2007)

Zuluaga (2020), desarrolló la investigación titulada Restauración ecológica a suelos impactados por incendios forestales como tesis de la Especialización en Planeación Ambiental y Manejo de Recursos Naturales para la Universidad Militar Nueva Granada, Tunja-Colombia. Con la finalidad de presentar alternativas para la recuperación del suelo por medio de la restauración ecológica, la cual es diferente para cada ecosistema y para llevar a cabo este proceso en cada uno de ellos se pueden encontrar recomendaciones basadas en las experiencias de restauración a lo largo de los ecosistemas del mundo. (Zuluaga, 2020)

Andrade y Carrion (2018), desarrollaron la investigación titulada Plan de manejo para la recuperación ambiental del estero El Macho, cantón Machala; para optar el título de En esta tesis se presenta una propuesta de plan de manejo para la recuperación ambiental del estero El Macho del cantón Machala. La metodología empleada es la recomendada por el Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS) del Ministerio del Ambiente de Ecuador, para lo cual se recopiló información acerca de la situación actual de la zona de estudio. Posteriormente, se realizó una evaluación de los impactos ambientales encontrados, utilizando la Matriz de Importancia propuesta por Concesa (1997), verificando que los impactos más negativos para la zona de estudio corresponden a la alteración de la calidad del agua por las descargas directas de aguas residuales domésticas y por la introducción de residuos sólidos generados por la población. (Andrade & Carrion, 2018)

Palomino Y Farelo (2018), desarrollaron la investigación titulada Estudio de las propiedades edáficas relacionadas con la inclusión de Matarratón en la rehabilitación de suelos degradado por la explotación de arcilla, en la vereda las casitas Valledupar, Cesar; para optar el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario para la Universidad Popular del Cesar. Con la finalidad de implementar un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos, cada uno representado por la aplicación de abono en la siembra con las dosis: (60, 30, 0) g/planta y con una repeticiones por tratamiento, establecidos en seis parcelas. De igual forma, compararon entre los avances que presenta la rehabilitación natural en el área de estudio y la evolución generada por los tratamientos aplicados. Evidenciando que la utilización de Matarratón con lombricompost es de gran beneficio para la recuperación de las características fisicoquímicas del suelo. Debido a que el tratamiento uno, representado por la siembra de Matarratón con la aplicación de sesenta gramos de lombricompost por planta, presento mejores resultados en las características del suelo y de la planta; ya que las plantas que se les aplico este tratamiento mostraron una mayor área foliar y biomasa radicular por lo tanto un mayor contenido de nitrógeno fijado en el suelo. (Karen Palomino, 2018)

3.3 MARCO TEÓRICO

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021), define el Suelo como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se ha definido como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas.

La estructura del suelo es el resultado de su composición granulométrica, la actividad biológica y una serie de condiciones físico-químicas que permiten la aglomeración de las partículas. El predominio de unos u otros procesos origina los distintos tipos de estructura. En la formación de la estructura es muy importante la acción de los coloides (arcilla y materia orgánica) y las sustancias cementantes del suelo (carbonatos, sesquióxidos, etc.), que forman recubrimientos alrededor de las partículas más gruesas, englobándolas en grupos (Agricultura, 2021)

Para (J., 2002), la estructura del Suelo es una de sus principales propiedades, ya que el arreglo que presente la fase sólida está determinando el espacio que queda disponible para las otras dos fases de éste: la líquida y la gaseosa; puede decirse que esta propiedad es la que controla las interrelaciones entre las diferentes fases físicas del suelo y la dinámica de líquidos y gases en él. Por tal razón la estructura del suelo es un parámetro que puede variar, dependiendo de las condiciones climáticas, el manejo del suelo, los procesos edáficos, etc.

La estructura del suelo se la define como el arreglo de las partículas del suelo. Se debe entender por partículas, no solo las que fueron definidas como fracciones granulométricas (arena, arcilla y limo), sino también los agregados o elementos estructurales que se forman por la agregación de las fracciones granulométricas. Por lo tanto, «partícula» designa a toda unidad componente del suelo, ya sea primaria (arena, limo, arcilla) o secundaria (agregado o unidad estructural). La estructura del suelo y su estabilidad juegan un rol fundamental en

muchos procesos del suelo y su interacción con las plantas: erosión, infiltración de agua, exploración radicular, aireación y resistencia mecánica. Esto indica que todas las prácticas agronómicas deberían hacerse con carácter de conservación de la misma.

3.2.1 Degradación del suelo

Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a niveles tales que alteren negativamente su comportamiento, originando su degradación química que provoca la pérdida parcial o total de su productividad y un daño o alteración de los organismos que habiten en él. (Xiong, 2015).

El conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo convierten en un sistema clave en los ciclos biogeoquímicos superficiales, capaz de realizar funciones de filtración, descomposición, neutralización, inactivación, almacenamiento de los contaminantes, lo que constituye la capacidad de depuración del suelo. (Xiong, 2015).

El Instituto de Estudios Ambientales IDEAM (2015) clasifica el tipo de degradación del suelo de la siguiente manera:

- En la degradación física se destaca la erosión y la compactación; la primera es el objeto de este estudio y consiste en la pérdida físico-mecánica del suelo a causa del agua o del viento con daño en sus funciones y servicios ecosistémicos...
- En la degradación química se resalta la salinización de los suelos, la acidificación y la contaminación, debido en general al uso excesivo de riego y fertilizantes y como consecuencias de las actividades mineras e industriales
- La degradación biológica, el proceso de degradación más importante es la pérdida de materia orgánica, que influye en la disminución de la actividad biológica y en procesos de descomposición y mineralización.

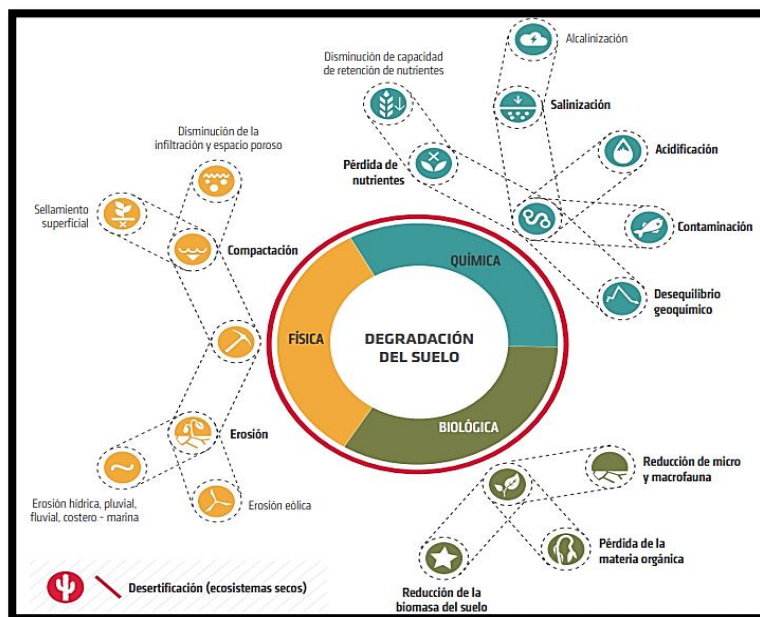


Ilustración 1. Procesos de degradación de suelos.

Fuente: (IDEAM, 2015)

3.2.1.1 Procesos de degradación

Cuando un suelo está en equilibrio con sus factores de formación tiende a adquirir unas condiciones ideales para una buena producción de biomasa. Si este equilibrio se rompe, generalmente por acciones antrópicas directas o indirectas, se originan alteraciones en el ecosistema y el sistema suelo no es lo suficientemente resistente para soportar esta perturbación. La evolución natural del suelo se detiene y adquieren preponderancia una serie de procesos que conducen a la degradación de la calidad del suelo. Se entiende por procesos de degradación del suelo el conjunto de reacciones de tipo físico, químico o biológico y sus interacciones que afectan a la capacidad de autorregulación de los suelos y a su productividad

(Bioindicadores de la calidad del suelo: herramienta metodológica para la evaluación de la eficacia de un proceso fitorremediador., 2007)

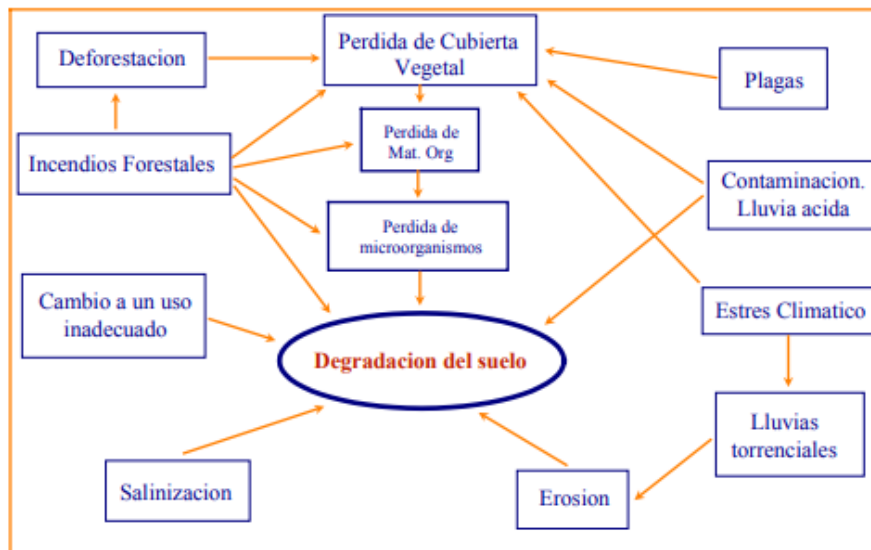


Ilustración 2. Esquema degradación del suelo

Fuente: (Solera, 1999)

3.2.2 Técnicas de recuperación de Suelos

3.2.2.1 Abono orgánico

Estos abonos son generados a partir de residuos como basuras, desechos de cosechas o animales muertos, cenizas procedentes de los subproductos de la leña, cascaras de hortalizas y frutas. Para la creación del abono compostado, estos desechos deben ser degradados dentro de un proceso aeróbico (compost), con el objeto de que su poder nutritivo para el suelo no sea nulo una característica muy particular de los abonos orgánicos es que los nutrientes, a excepción del potasio, se encuentran predominantemente en forma orgánica y por lo tanto en forma insoluble, en particular en los residuos sólidos. (Ortiz, Sanz, Dorado, & Villar, 2007)

Los residuos compostados están siendo extensivamente empleados para revegetar y rehabilitar suelos marginales y de baja calidad. Entre los beneficios de la aplicación de

composts pueden citarse: mejora de la calidad del suelo, reducción de la erosión, mejora del establecimiento vegetal, inmovilización de elementos tóxicos y aporte de microorganismos.

3.2.2.2 Fitoremediación

La fitorremediación es una tecnología emergente que utiliza plantas y microorganismos asociados para descontaminar suelos, aire, sedimentos, y aguas. Esta fitotecnología se basa en la capacidad de algunas especies vegetales para tolerar, absorber, acumular y degradar compuestos contaminantes. El objetivo último de un proceso fitorremediador de suelos contaminados no debe ser solamente eliminar el contaminante sino sobre todo recuperar la calidad del suelo, entendida ésta como la capacidad de este recurso para realizar sus funciones de forma sostenible. Los indicadores biológicos de la calidad del suelo, en especial aquellos relacionados con la biomasa, actividad y biodiversidad de las comunidades microbianas, presentan un enorme potencial como herramienta monitorizadora de la eficacia de un proceso fitorremediador. Estos bioindicadores son de gran utilidad para evaluar el efecto que tienen los procesos fitoextractores de suelos contaminados con metales sobre la calidad del suelo. (Bioindicadores de la calidad del suelo: herramienta metodológica para la evaluación de la eficacia de un proceso fitorremediador., 2007)

3.2.3 Parámetros de análisis del suelo

- **PH:** Mide el grado de acidez de un suelo, es decir, la concentración de hidrogeniones (H^+) que existen en el suelo. En la escala de valor máximo 14, el valor de un suelo neutro es 7, siendo ácidos todos aquellos que tengan valores inferiores a 7, y básicos todos aquellos que tienen valores superiores a éste (Garrido, 2005).

Las plantas cultivadas en general presentan su mejor desarrollo en valores cercanos a la neutralidad, ya que en estas condiciones los elementos nutritivos están más fácilmente disponibles y en un equilibrio más adecuado (Garrido, 2005).

- **Textura;** La textura hace referencia al tamaño de las partículas elementales obtenidas a partir de la tierra fina (tamiz 2 mm) de forma que el porcentaje de arena, arcilla y limo de un suelo, determina la clase textural a la que pertenece, clase que se determina con la ayuda del triángulo de textura, el triángulo a utilizar cuando se siguen los criterios ISSS (*International Society of Soil Science*) (Andrade & Martinez, 2014).
- **Color:** El color del suelo sirve muchas veces para identificar determinadas zonas en los municipios (la alberiza) y por él se conoce muchas veces la calidad de las tierras. El color identifica a muchos suelos por lo que en las clasificaciones científicas se han utilizado los colores como nombres de grupos o clases. El color es producido por los componentes del suelo. Entre ellos son los óxidos de hierro y la materia orgánica los más vistosos. (Garrido, 2005).
- **Materia orgánica:** La cantidad de materia orgánica de un suelo depende del material vegetal, de la textura del suelo y del pH. Su adecuada proporción: Favorece el desarrollo de una buena estructura, mejorando la aireación del suelo y la capacidad de retención del agua, Protege frente a la erosión., Aumenta la capacidad total de cambio favoreciendo una buena reserva de elementos nutritivos (Andrade & Martinez, 2014).

La materia orgánica tiene una elevada capacidad de intercambio catiónico, esto es una gran capacidad para retener cationes en el suelo. Además, favorece la microestructura del suelo siendo un elemento muy positivo en la lucha contra la erosión de los suelos (Garrido, 2005).

Tabla 1. Niveles de materia orgánica (%) según el tipo de textura del suelo

ARENOS O	FRANCO	ARCILLO SO	CLASIFICACIÓN
< 0,7	< 1,0	< 1,2	MUY BAJO
0,7 - 1,2	1,0 - 1,5	1,2 - 1,7	BAJO
1,2 - 1,7	1,5 - 2,0	1,7 - 2,2	NORMAL
1,7 - 2,2	2,0 - 2,5	2,2 - 3,0	ALTO
> 2,2	> 2,5	> 3,0	MUY ALTO

Fuente: (Solera, 1999)

- **Nitrógeno:** El nitrógeno en el suelo se encuentra en dos formas diferentes: orgánica y química. En forma química aparece en forma de nitratos, nitritos y amoníaco (Garrido, 2005).

El nitrógeno orgánico o amoniacal se encuentra formando parte de los residuos de cosecha, abonos orgánicos o en los microorganismos del suelo. Este nitrógeno se libera poco a poco para ser utilizado por las plantas. Por lo tanto, la medida analítica de nitrógeno no expresa (Garrido, 2005).

3.2.3 Especie Matarratón

El Matarratón, cuyo nombre científico es *Gliricidia sepium* pertenece a la familia de las Fabáceas, es un árbol originario de Centro América y de la zona norte de Sur América. Esta planta es una especie nativa conocida también con los nombres de Madrecacao, Madero Negro, Pabase, Rabo de Ratón entre otros. La altura oscila entre los 7 y 15 metros, es de

crecimiento mediano a rápido, su capa es extendida y poco densa, y el periodo de vida es mediano. El tronco es medianamente torcido, con una corteza gris rojiza a cobriza, de madera dura, pesada y resistente, además de buen poder calórico 5.000 kcal / kg. Las raíces son nitrificantes, (fijadoras de nitrógeno), superficiales y con un esquema pivotante. Las hojas semionduladas, colocadas generalmente en forma alterna, compuesta de 7 a 15 folios opuestos redondeados de cinco centímetros de largo con un color verde intenso en su raíz y además caducifolia. Sus flores son vistosas de color rosado blanquecino y agrupado en ramilletes. Los frutos están dispuestos en vainas planas de 10 a 15 centímetros de largo por 2 centímetros de ancho; y la semilla de 1.5 centímetros de largo, es de color ocre. (Abad Arango Gonzalo, 1994).

Ilustración 3. Especie Matarratón (Gliricidia Sepium)



Fuente: (Bernal R., 2012) Recuperado
de: www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/nombrescomunes/detalle/ncientifico/14002

/

3.2.3.1 Descripción Botánica:

Árbol de 15m de alto o más. Copa amplia. Hojas compuestas, hojuelas elípticas, acuminadas, pulvinadas, de color verde más claro en el envés. Las flores de pétalos rosados con tinte blanco se presentan en racimos terminales. Fruto típico de legumbre, aplanado. (Bernal R., 2012)

3.2.3.2 Usos y propiedades:

Es una especie maderable, forraje y medicinal. El tronco y las ramas se usan para hacer carbón y las hojas como alimento para el ganado. También se emplea en la fabricación de cercas vivas y postes de corral. Medicinalmente es una planta muy versátil y se emplea con frecuencia para el tratamiento de afecciones dérmicas (sarampión, salpullidos, granos, rasquiña), para bajar la fiebre, aliviar dolores de cabeza y garganta y refrescar el cuerpo.

Las semillas, hojas, corteza y raíz poseen sustancias tóxicas que se usan para envenenar roedores en campos de cultivo, de ahí su nombre común. Esta especie fija nitrógeno al suelo y es capaz de resistir condiciones prolongadas de sequía. Las hojas fermentadas o cocinadas se usan como insecticida, y el humo de las ramas quemadas como repelente para mosquitos, es una de las especies más características en los bosques secos de la zona costera de la planicie del Caribe, Sus hojas tienen alto valor nutricional (proteína de 20-30%; fibra del 15%; digestibilidad de 60-65% (Bernal R., 2012)

3.2.3.3. Efectos de los Incendios Forestales

El impacto de los incendios en los recursos del suelo De acuerdo con la Oficina de Asistencia para Desastres en América Latina y el Caribe, los incendios forestales son incendios en bosques naturales o plantados causados por actividades humanas o de la naturaleza, y tales incendios pueden conducir a efectos ecológicos, ecológicos, climáticos, económicos y daño social. Este tipo de emergencia tiene impactos ambientales difíciles de cuantificar, prácticas culturales incorrectas transmitidas de generación en generación pueden exacerbar este impacto, por ejemplo, las llamadas quemas controladas pueden perder fácilmente el control y dar paso a incendios forestales. El impacto varía desde problemas relacionados con el suelo, el agua, los recursos biológicos y ambientales hasta los problemas

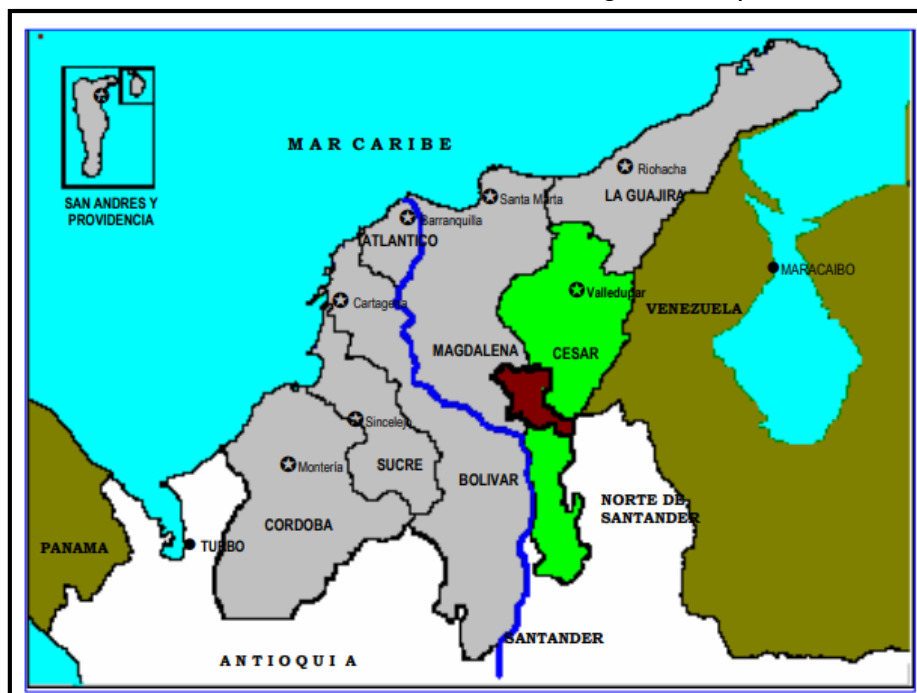
sociales, culturales y económicos. El impacto de los incendios forestales en los recursos del suelo depende de la intensidad del calentamiento.

La incidencia del fuego en el suelo cambia sus propiedades físicas, químicas y biológicas según su fuerza y duración, cuando hay una repetición de fuego, degradación de la estructura del suelo y reducción de la fertilidad, lo que lleva a el suelo se encuentra en un nivel severo de pobreza nutricional. El pH del suelo es una de las propiedades químicas del suelo que se ven altamente afectada después del pasó del fuego. A causa de las cenizas del fuego, su valor aumenta.

3.3 MARCO CONTEXTUAL

Este proyecto se llevará a cabo en el municipio de Chimichagua-Cesar, en la Zona Rural de Isla Grande. Chimichagua limita por el norte con el municipio de Astrea, por el sur con los municipios de Pailitas y Tamalameque, por el este con los municipios de Curumaní, Chiriguaná y El Carmen (Norte de Santander) y al oeste con el municipio de El Banco en el departamento de Magdalena. El municipio de Chimichagua tiene una extensión aproximada de 1.425 km², con una población de 30.116 habitantes.

Ilustración 4. Ubicación General de Chimichagua en Departamento del Cesar



Fuente: (Alcaldía de Chimichagua, 2008)

Ilustración 5. Localización de Isla Grande- Chimichagua



Fuente: Google Earth, 2021.

Isla Grande es una porción de tierra ubicada en la Ciénaga de Zapatosa, zona Rural del Municipio de Chimichagua, Cesar. Es un ecosistema de 44,70 hectáreas de bosque tropical.

3.4 MARCO CONCEPTUAL

Biodiversidad del Suelo: Se define como la variación de la vida del suelo, desde genes a comunidades, y la variación en hábitats del suelo, desde microagregados a paisajes enteros. (Agricultura, 2021)

Compost: Es el resultado de un proceso controlado de descomposición de materiales orgánicos debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo (bacterias, hongos, lombrices, ácaros, insectos, etc.) en presencia de aire (oxígeno). El abono compostado es un producto estable, que se le llama humus.

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

Evaluación del Suelo: En el contexto de evaluación de tierras la evaluación de suelos se centra en la combinación de requisitos específicos del uso de la tierra con las propiedades del suelo. La mayor parte de las evaluaciones de suelos se han efectuado para manejo agrícola y sistemas de cultivo. No obstante, los mismos principios se podrían aplicar para otros fines de manejo de tierras. (Agricultura, 2021)

Erosión del suelo: Es un término común que a menudo se confunde con la degradación del suelo, ya que realmente se refiere a las pérdidas absolutas de suelo de la capa superficial y nutriente del suelo. De hecho, el efecto más visible de degradación del suelo, pero no cubre totalmente todos sus aspectos. La erosión del suelo se refiere a un proceso natural en zonas montañosas, pero con frecuencia se empeora mediante las malas prácticas de manejo (Agricultura, 2021)

Estado de la salud del suelo: se puede determinar de dos maneras distintas. Una de ellas es la determinación de una calificación absoluta para la salud del suelo en función de la desviación de un suelo con propiedades ideales (profundidad, fertilidad, buen manejo y con un suministro adecuado de agua, etc.). La otra opción, más alineada con la definición de la degradación del suelo, considera una clasificación relativa que depende de la idoneidad del suelo para su uso real. Como ejemplo, un suelo ligeramente ácido superficial puede ser perfecto para el bosque de pinos que lo ocupa, es decir, la salud relativa del suelo es alta, pero se considera que tiene una salud de la tierra baja marginal en términos absolutos ya que la alternativa (Agricultura, 2021)

Indicadores de la salud del suelo: evalúan el grado de función del suelo ya que muchas veces se dificulta medir directamente sus funciones. La medición de la calidad del suelo es un ejercicio de identificación de las propiedades del suelo que son sensibles al manejo, afectan o se correlacionan con los resultados ambientales, y son capaces de ser medidos con precisión dentro de ciertas limitaciones técnicas y económicas. (Agricultura, 2021)

Levantamiento del Suelo: Se refiere al proceso de determinación de patrón de distribución de suelos incluyendo la clasificación y cartografía de propiedades y varias unidades del suelo. (Agricultura, 2021)

Manejo del Suelo: El suelo sostiene la mayoría de los organismos vivos como la fuente principal de nutrientes minerales. El buen manejo de los suelos asegura que los elementos minerales no se convierten deficientes o tóxicos para las plantas y que se introduzcan en la cadena alimentaria (Agricultura, 2021)

Matarratón (*Gliricidia sepium*): Es una leguminosa arbórea, perenne que puede alcanzar hasta 10 metros de altura. De raíces profundas y tallos muy ramificados, hojas y flores muy abundantes, una de las principales características de las leguminosas es la de fijar nitrógeno atmosférico en sus nódulos radicales para luego almacenarlos por medio de su metabolismo a su componente forrajero tales como tallos tiernos, hojas, peciolo y frutos en forma de proteína cruda (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

Mejoramiento del Suelo: En primer lugar, se da prioridad al manejo apropiado de suelos problemáticos. Igualmente se incluye el mejoramiento de suelos degradados mediante la prevención, mitigación y rehabilitación de suelos. (Agricultura, 2021)

Muestra: Porción de material seleccionado de una cantidad mayor de material que se considera el total (AGROSAVIA, 2018).

Muestreo: Proceso utilizado para extraer o constituir una muestra de suelo o muestra compuesta de suelo (AGROSAVIA, 2018).

Nutriente: Elemento mineral absorbido y asimilado por las plantas, siempre y cuando se encuentre de forma adecuada en la solución del suelo (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

Parcelas: Procede del francés *parcelle* que, a su vez, tiene su origen en el latín *particella*. El término se utiliza para nombrar a una porción pequeña de terreno, que suele considerarse como sobrante de otra mayor que ha sido comprada, adjudicada o expropiada (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

Plan de Manejo Ambiental PMA: De conformidad con el Artículo No.1 del Decreto No.1753/94 el Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión eminentemente práctico, en el que de manera detallada se establecen las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, una obra o una actividad; incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo, y los de contingencia (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

Rehabilitación: Acciones destinadas a devolver a los terrenos degradados la posibilidad de soportar uno o más usos del suelo, sin perjuicio del medio ambiente (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

Restauración: (gestión ambiental) Acciones destinadas a devolver al terreno las condiciones de uso existentes con anterioridad a la actividad impactante (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

Suelo: Según la FAO, la palabra suelo tiene varios significados. Su significado tradicional se define como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se ha definido como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

3.5 MARCO LEGAL

Tabla 2. Normograma

TITULO	OBJETO
Constitución Política de 1991	Establecer el marco general para el uso, acceso y conservación de los componentes del ambiente (entre ellos el suelo); la misma, otorga una importancia fundamental al tema ambiental, al establecer como uno de los principios la obligación del Estado y de las personas de proteger las riquezas culturales y naturales de la nación y para ello, determina que el Estado Colombiano debe proteger tanto la diversidad como la integridad del medio ambiente. Siendo así, se hace mención de los artículos relacionados con la preservación y conservación del medio ambiente: Artículo 79: La Constitución Política establece que “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 y es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.

	LEYES
Ley 2ª de 1959	Establece la economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables (Política de Bosques). Está reglamentado por el decreto Nacional 2811 de 1974.
Ley 23 de 1973	Prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos habitantes del territorio nacional. Concede facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el CNRN y de Protección al Ambiente.
Ley 99 de 1993	Reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del ambiente y los recursos naturales renovables, crea el SINA y el Ministerio del Ambiente, le asigna dentro de sus funciones la de establecer los criterios ambientales que deben ser incorporados en la formulación de las políticas sectoriales y en los procesos de planificación de los demás Ministerios y entidades.
Ley 160 de 1994	Por la cual se crea el Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural Campesino, se establece un subsidio para la adquisición de tierras, se reforma el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria y se dictan otras disposiciones.
Ley 388 de 1997	Artículo 33: Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se establece el ordenamiento territorial que reglamenta los usos del suelo. Establece que el ordenamiento del territorio municipal y distrital tiene por objeto complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial,

	racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible, mediante: • La definición de las estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo, en función de los objetivos económicos, sociales, urbanísticos y ambientales. • El diseño y adopción de los instrumentos y procedimientos de gestión y actuación que permitan ejecutar actuaciones urbanas integrales y articular las actuaciones sectoriales que afectan la estructura del territorio municipal o distrital. • La definición de los programas y proyectos que concretan estos propósitos.
--	---

DECRETOS

Decreto 2811 de 1974	Señala que el uso de los suelos debe realizarse de acuerdo con sus condiciones y factores constitutivos y que se debe determinar el uso potencial y clasificación de los suelos según los factores físicos, ecológicos, y socioeconómicos de la región. Igualmente, en esta norma se señaló que el aprovechamiento de los suelos debe efectuarse en forma tal que se mantenga su integridad física y su capacidad productora, lo cual es complementado con el deber de todos
Decreto 2372 de 2010	Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.

RESOLUCIONES

**Resolución
0170 del

MADS de
2009**

Se declaró en Colombia en el año 2009 como año de los suelos y el 17 de junio como Día Nacional de los Suelos; además se le asigna al Ministerio, entre otras la obligación de formular políticas y expedir normas, directrices e impulsar planes, programas y proyectos dirigidos a la conservación, protección, restauración, recuperación y rehabilitación de los suelos.

Fuente: Autores, 2022

4. MARCO METODOLOGICO

4.1 Línea de investigación

Sostenibilidad y gestión ambiental.

Sub-línea: Suelo

4.2 Tipo de investigación

La investigación desarrollada en este estudio es del tipo descriptiva longitudinal, porque busca describir los fenómenos que se hallen en la variación de los niveles del suelo degradado por Incendio Forestal. Además, busca la incidencia de la especie en los parámetros en el suelo. Su metodología es básicamente cualitativa, apoyándose en la utilización de los datos secundarios para determinar la afectación por Incendio Forestal.

4.2.1 Diseño de la investigación: Durante la investigación el diseño a ejecutar es de campo el cual consiste en tomar los datos directamente de los suelos degradados por Incendios Forestales en el área Rural de Isla Grande, Chimichagua.

4.3 POBLACION

De acuerdo a Risquez y Col (2002) plantea que; la población es el conjunto total finito o infinito de elementos o unidades de observación que se consideran en un estudio (nación, estados, grupos, comunidades, objetos, instituciones, asociaciones, actividades, acontecimientos, personas), es decir, que significa el universo de la investigación sobre la cual se pretenden generalizar los resultados. Por otra parte, esta población debe estar constituida por características o estratos que le permitan distinguir los sujetos uno de los otros.

Por consiguiente, a lo anterior, la población de estudio son las 22,5 h quemadas en la zona Rural de Isla Grande-Chimichagua en el Departamento del Cesar.

4.3.1 MUESTRA

Para nuestra investigación tomaremos de Muestra las 4 hectáreas de bosque quemado comprendidas en 5 submuestras de 25 x 25 cm de lado y 20 cm de profundidad, para el análisis de las condiciones del suelo y recuperación. Posterior a ello, en conjunto con la Alcaldía del Municipio se liderará Reforestación para las zonas más afectadas.

4.4 DESARROLLO METODOLÓGICO

ETAPA 1: Identificación de las propiedades físico- químicas del suelo degradado por Incendios Forestales en Isla Grande, Chimichagua.

En esta primera etapa se realizará una investigación de campo, haciendo una visita a **Isla Grande** para hacer un diagnóstico real del estado actual de este ecosistema. Estas características serán evaluadas en la zona afectada por el Incendio Forestal que comprende 4 hectáreas de esta área de Influencia.

Para obtener esta información se realizaron consultas en bibliotecas, internet y revistas especializadas, acerca de investigaciones efectuadas a nivel mundial sobre los efectos en el suelo por el fuego, luego de ocurrir un incendio forestal, para posteriormente asociar esta información con las condiciones del país y poder brindar una base para llevar a cabo estudios de caso más detallados.

Actividad 1. Definición de Puntos de Muestreo

En el desarrollo de la primera etapa del proyecto se realizará una revisión Bibliográfica acerca de la temática de estudio de acuerdo a la degradación del suelo por los Incendios Forestales, todo esto con ayuda de artículos científicos, tesis, libro, entre otros medios de apoyo de información.

La observación directa del terreno nos ayudará a dar un diagnóstico detallado de los parámetros fisicoquímicos a estudiar para determinar la calidad del suelo actual e identificar el grado de deterioro, adicional conocer el tipo de terreno, vegetación y especies que presentan. Posterior a esto se fijan 6 puntos de muestreo en 4 h de bosque quemado.

Actividad 2. Toma de muestras

En esta actividad y de acuerdo a la Guía de Muestreo del IGAC (2006), se debe, separar aquellas áreas con características similares, con base en los siguientes criterios:

- Grado de pendiente
- Grado de erosión
- Tipo de vegetación (edad de la explotación, cultivos anteriores)
- Manejo previo (fertilización, preparación del suelo)
- Presencia de rocas, cuerpos de agua, otros factores

El tipo de muestreo más adecuado y sencillo para su aplicación es en zig-zag. En este método se tomarán **2 submuestras a lo largo y ancho del terreno que luego se mezclan en el balde o lona**. (IGAC, 2006).

Para la toma de muestras con pala, se realizará un hoyo de aproximadamente 25 x 25 cm de lado y 20 cm de profundidad, se retiran los 2 cm primeros del suelo y extraer la muestra. En general la profundidad de muestreo está entre 2 y 20 cm que es el área de acción de las raíces (IGAC, 2006).

Posteriormente, se mezclará en un balde las submuestras hasta obtener una muestra compuesta homogénea, **aproximadamente 1 kg en bolsas plásticas o de papel encerado** que no hayan sido usadas antes, se procederá a identificar la muestra en forma concisa y exacta; el rótulo de identificación no debe estar en contacto directo con el suelo a analizar (IGAC, 2006).

Posteriormente a la toma de muestras se harán los análisis de los parámetros físicos químicos seleccionados para identificar las condiciones actuales de suelo y proceder a utilizar las diferentes técnicas de recuperación del mismo.

Actividad 3. Caracterización de Parámetros Fisicoquímicos del suelo

Posterior a la actividad anterior, por medio de un estudio de suelos se evaluarán los parámetros físicos y químicos que darán a conocer las características del suelo altamente impactado por Incendios Forestales. Por consiguiente, se pretende conocer los siguientes parámetros:

Tabla 3. Parámetros del suelo

Parámetros	Indicador	Técnica
Humedad %	Capacidad que tiene el suelo de poder absorber el agua.	IGAD ED.6.- Gravimetrico
Materia Orgánica %	indicador de la calidad del suelo, ya que incide directamente sobre propiedades edáficas, como estructura y disponibilidad de carbono y nitrógeno	IGAD ED.6.- Titulometrico
Nitrógeno total mg/kg	Forma Inorgánica y orgánica del Nitrógeno asimilable de las plantas	4500-NH3 B,C- Titulo métrico
PH	Indica la medida de la acidez o alcalinidad de un suelo y afecta la disponibilidad de nutrientes, la actividad de microorganismos y la solubilidad de minerales del suelo	SM 4500-H + B - Electrométrico

Fuente: Autores, 2021

✓ Humedad

Este es un parámetro físico definido por Flores & Alcalá (2010) “*Se entiende por humedad del suelo a la masa de agua contenida por unidad de masa de sólidos del suelo*”, su relevancia en el estudio se encuentra en que esta característica en particular es determinante para otras propiedades físicas, puesto que nos ayuda a conocer la capacidad que tiene el suelo de poder absorber el agua.

✓ **Materia Orgánica**

Este es uno de los principales parámetros a la hora de hallar la capacidad de productividad de los suelos, de acuerdo a Silva *“es un indicador de la calidad del suelo, ya que incide directamente sobre propiedades edáficas, como estructura y disponibilidad de carbono y nitrógeno”* puesto que este determina la capacidad de los nutrientes presentes en el suelo y la cantidad, por lo tanto, nos permitirá conocer el estado del suelo degradado.

✓ **Nitrógeno Total**

Este se define a través de *“la forma Inorgánica y orgánica del Nitrógeno asimilable de las plantas”* (USD,1999), este valor dependerá totalmente del uso del suelo, siendo así que es necesario en la investigación para evaluar el estado actual de la fijación de nitrógeno necesario para una óptima calidad de suelo y finalmente evaluar el proceso de regeneración.

✓ **Porción de absorción de Sodio**

Significa proporción de absorción de sodio. Se utiliza para predecir los problemas de infiltración de agua en los problemas del suelo y estructura del suelo.

Es la relación de sodio a calcio más magnesio en la solución del suelo. Los suelos con RAS mayor que 10, se consideran suelos sódicos. Los suelos sódicos tienen problemas estructurales, que se traducen en mala infiltración de agua. El suelo tiende a hincharse cuando está mojado y se llenan de grietas cuando se secan.

$$SAR = \frac{Na(meq/l)}{\sqrt{(Ca(meq/l) + Mg(meq/l)) / 2}}$$

✓ **Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**

La CIC es el número de sitios de carga negativa sobre las partículas del suelo (en su mayoría de arcilla y materia orgánica) que pueden retener nutrientes para las plantas. Se expresa en unidades de meq/100 g o cmolc / kg (1meq/100 g = 1cmolc/kg).

Nutrientes cargados positivamente, tales como potasio, calcio y magnesio son atraídos eléctricamente a las partículas de arcilla en el suelo. Otros elementos cargados positivamente, tales como sodio e hidrógeno también se adsorben sobre las partículas del suelo.

El sodio puede afectar negativamente a la estructura del suelo y los iones de hidrógeno determinar el pH del suelo.

Los suelos que tienen mayor CIC se consideran ser más fértiles que los suelos con baja CIC, ya que potencialmente pueden contener más nutrientes por un período más largo de tiempo. Estos suelos también tienen una mayor capacidad de retención de agua.

El conocimiento de la CIC de su suelo puede ayudarle a decidir la frecuencia de la aplicación de fertilizantes, ya que los suelos con alta CIC requieren aplicaciones menos frecuentes.

✓ **PH**

Teniendo en cuenta que el estudio a desarrollar busca recuperar la calidad del suelo, este parámetro tal como lo define la USDA (1999) *“el PH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad de un suelo y afecta la disponibilidad de nutrientes, la actividad de microorganismos y la solubilidad de minerales del suelo”*, donde las actividades agropecuarias tienden alterar esta medida, se dice que los rangos entre 6.0 y 7.5 son los ideales.

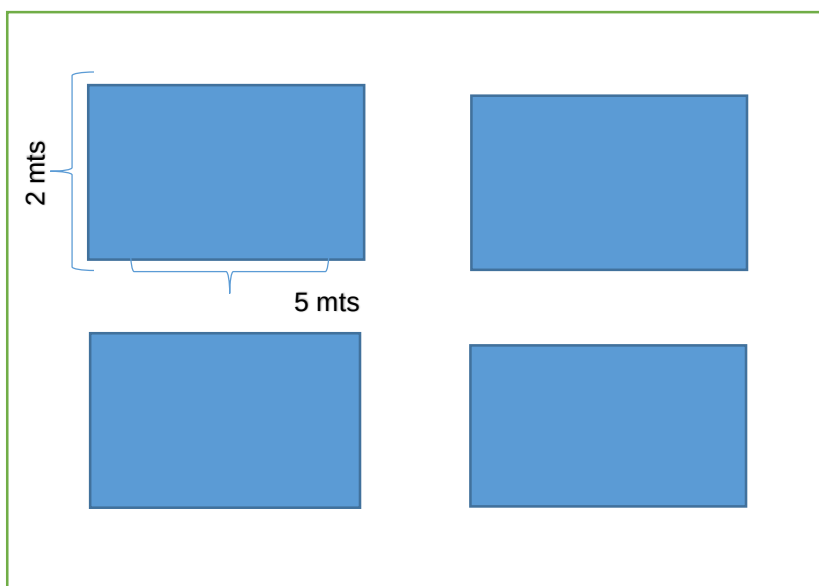
ETAPA 2: Análisis de la interacción de los suelos contaminados por la degradación mediante la aplicación de la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*) y enmiendas orgánicas para la recuperación del suelo.

En el desarrollo de esta etapa implementaremos la recuperación de este suelo a través de técnicas de Fitorremediación y abono orgánico por ser una de las técnicas más efectivas, de menor inversión y de fácil acceso.

Actividad 1. Realizar Parcelamiento

Para esta actividad es necesario contar con estolones de *Gliricidia Sepium*, luego se establecer los especímenes en bolsas de germinación durante un tiempo determinado donde pueda fomentar el crecimiento de raíces para luego ser trasplantadas al campo experimental, se trazará 4 Hectáreas en 4 porciones de tierras de 5*2 M respectivamente.

Ilustración 6. Esquema Parcelamiento



Fuente: Autores, 2022

Actividad 1.2. Retiro de la capa superficial afectada

Para esta actividad, es necesario hacer una remoción de la capa superficial de la zona de estudio para posteriormente implementar la recuperación.

Actividad 2. Aplicación de la enmienda orgánica y la especie Matarratón

En esta actividad se llevará a cabo la implementación de cuatro parcelas, con estolones de *Gliricidia Sepium*, agregando el abono orgánico (cascaras de frutas, vegetales, capa vegetal) que poseen propiedades para aumentar los índices de materia orgánica. Con la fase arbórea es fundamental la siembra del Matarratón (*Gliricidia Sepium*) la cual es una especie que presenta servicios ambientales como la fijación de nitrógeno, inicio del ciclo de nutrientes, etc.

Actividad 2. 1 seguimiento y monitoreo de parcelas

Se efectuará el seguimiento y monitoreo de las parcelas durante cuatro (4) meses, con el fin de verificar el crecimiento y efecto edáfico de los diferentes ejemplares de *Gliricidia Sepium* utilizados en los primeros estados de rehabilitación del suelo, además se garantiza un control de plagas o animales que pudiesen afectar el desarrollo del tratamiento.

ETAPA 3: Evaluar la eficiencia de la interacción de la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*) y las enmiendas en la reestructuración de las propiedades del suelo degradado.

En esta última etapa, mediante el análisis de los parámetros y la recuperación de la zona afectada por los Incendios Forestales, se reincorporarán especies nativas a la Isla.

Actividad 1. Caracterización de los parámetros físico-químicos después de la aplicación de la enmienda

En esta etapa de la investigación realizaremos un análisis de los parámetros físico-químicos para determinar la incidencia de la enmienda orgánica y la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*) en la Zona Parcelada.

Actividad 2. Comparación de la especie antes y después del tratamiento al suelo degradado

En esta actividad se elaborará un cuadro comparativo identificando la variación de los parámetros físico-químicos antes y después de la aplicación de la enmienda orgánica y la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*).

No obstante, nos ayudara a identificar la capacidad que tiene el suelo de poder absorber el agua, la calidad del suelo, ya que incide directamente sobre propiedades edáficas, como estructura y disponibilidad de carbono y nitrógeno además de la forma Inorgánica y orgánica del Nitrógeno asimilable en el terreno

Y los niveles de acidez o alcalinidad de un suelo, así como también la actividad de microorganismos y la solubilidad de minerales del suelo que son indispensables en nuestra investigación.

Actividad 3. Establecimiento de recomendaciones factibles para la recuperación de suelos afectados por incendios forestales

Después del análisis de las actividades anteriores, se implementarán recomendaciones para en futuras investigaciones genere soluciones ambientales y de bajo costo para la restauración de suelos contaminados.

ETAPA 4: Plantear técnicas de reforestación en el área degradada por los Incendios Forestales.

Finalmente, con el análisis y la interpretación de las etapas anteriormente mediante prueba piloto, se determinará la eficacia de los métodos, y posteriormente se elaborará soluciones ambientales para la recuperación del bosque en Isla Grande enmarcado en la sucesión ecológica con varias fases:

- Fase herbácea: Donde mediante investigaciones e informes se evalúa las especies nativas y se introduce material vegetal herbáceo.
- Fase arbustiva: introducción de especies pioneras, resistentes a las condiciones ambientales locales.
- Fase arbórea: siembra de especies de mayor porte y con exigencias, pero también con servicios ambientales como la fijación de nitrógeno, inicio también del reciclaje de nutrientes.
- Retorno de la fauna: relocalización y liberación de fauna en áreas que ya han cumplido los pasos anteriores.

5. ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 ETAPA 1: Identificación de las propiedades físico- químicas del suelo degradado por Incendios Forestales en Isla Grande, Chimichagua.

En esta primera etapa se realizó una investigación de campo, haciendo una visita a **Isla Grande** para hacer un diagnóstico real del estado actual de este ecosistema. En la elaboración de la etapa inicial del proyecto se realizó una visita técnica y de inspección **Isla Grande**, se identificaron las condiciones iniciales del suelo, con los parámetros fisicoquímicos correspondientes a humedad, materia orgánica, nitrógeno total y pH basados en muestras de acuerdo a la degradación del suelo por la agricultura.

El propósito de este muestreo fue obtener, para su análisis, una porción representativa del suelo degradado. Donde los parámetros fisicoquímicos se efectuaron bajo normas técnicas y métodos oficialmente aceptados incluidas en el Standard Examination of Water and Wastewater 22th Edition 2012.

La integridad física y química de las muestras durante el período transcurrido entre la toma y los análisis de las mismas se garantizó aplicando métodos de preservación internacionalmente aceptados tales como control de pH y adición de compuestos químicos.

La observación directa del terreno nos ayudó a detallar los parámetros fisicoquímicos a estudiar para determinar la calidad del suelo actual e identificar el grado de deterioro, adicional conocer el tipo de terreno, vegetación y especies que presentan.

Ilustración 7. Visita de inspección



Fuente: Autores, 2022

Ilustración 8. Diagnóstico del área de estudio



Fuente: Autores, 2022

Diagnóstico de la zona de estudio

En nuestra inspección observamos que la recuperación de este ecosistema quemado mediante métodos naturales de recuperación es fundamental ya que es un complejo rico en biodiversidad por encontrarse en estribaciones de la **Ciénaga de Zapatosa**. Así mismo, el incendio ha eliminado la cobertura vegetal y se ha erosionan por las lluvias, ni plantas ni animales pueden regresar porque sus hábitats han desaparecido.

Con el restablecimiento de los atributos de la cobertura vegetal de la Isla, tanto en estructura como en composición; se realizó la incorporación de la vegetación nativa que nos permitió aumentar la disponibilidad de nutrientes abriendo paso así a la evolución natural del sistema en la que las especies reintroducidas inician procesos de reconocimiento de la flora y fauna nativa generando así procesos de apropiación en este entorno.

La zona de estudio es una zona de difícil acceso ya que dicha zona cuenta con vegetación muy densa, además hay zonas que son inundables (zonas que el agua de la ciénaga nos llegaba en la cintura) con ayuda de los habitantes nos lograron guiar en esta isla. En nuestro recorrido ubicamos nuestra zona de estudio el cual fue evidente el daño por el incendio, además en dicho recorrido observamos secuelas del incendio (palmas quemadas, rastros en el suelo de quemas, carbón en el suelo).

Ya ubicado la zona de estudio se realizó las medidas del área de 8 m *12 m para un área de 96 m², realizamos un encerramiento con 6 líneas de alambre de púas debido a la presencia de animales como cerdos, vacas y carneros con el fin de que no afecte nuestra zona de estudio con daños en los árboles con los que estamos realizando el estudio. El área dividimos 4 parcelas de 5 m * 2 m dejando una distancia entre cada una de ellas de 2m. Plantando en cada parcela 8 árboles de la especie *Gliricidia sepium* a una distancia de 1m.

Fauna: El área de estudio presenta un alto potencial en su biodiversidad faunística, debido a que en un mosaico de paisajes y de ecosistemas, confluyen ambientes terrestres y un gran cuerpo de agua que es la Ciénaga de Zapatosa, información fue suministrada por los locales residentes de esta isla.

Tabla 4.

Caracterización de Fauna

AVES	MAMIFEROS	REPTILES	INSECTOS
ÁGUILAS	Carneros	Iguanas	Abejas
ALCONES	murciélago	galápago	Avispas
AZULEJOS	Roedores	Hicoteas	Chapolas
GALLINA	vacas	Pasarrollos	Hormigas
GARZA MORENA	Armadillo	Caimanes	Luciérnagas
GARZILOPEZ	Tigrillo	Serpiente toche	Mariposas
GOLERO	Gatos	Babillas	Mosca

PATO CUCHARO	Gato-pardo	Lagartijas	Zancudos
PATO REAL	Ponches	Boa	
PATOYUYO	Cerdos		
PISINGOS	Zorro-perro		
TOCHES	Perros		
GAVIOTAS	Zorro- chuchas		
CHICHAFRÍA			
GOLONDRINAS			
CHUPAFLORES			
ABUELITAS			
RAVIBLANCA			
TURPIAL			
GAVILÁN			
PATOCUCHARO			
CANARIO			
GARZA			
CUCARACHERO			
CARPINTERO- ROJO/NEGRO			

Fuente: Autores, 2022

FLORA: En la isla se desarrollan pequeños cultivos de maíz, ajonjolí, auyama, plátano. Encontramos un mosaico de ecosistemas naturales e intervenidos como: Totumo (Diferentes Especies), Corozo, Palma de vino, Palma amarga, Palma sára, Mango, Guacamayo, Dibidibi, Taruya, Solera, Cerezo, Pringamoza, Zarza, Ceiba, Plátano, Mafufo, Maíz, Yuca, Ajonjolí, Maleza, Cañahuate, Orejero, Limón.

Ilustración 9.

Plantas frutales en Isla Grande.



Fuente: Autores, 2022

Ilustración 10.

Planta con rastros de insectos



Fuente: Autores, 2022

Ilustración 11.

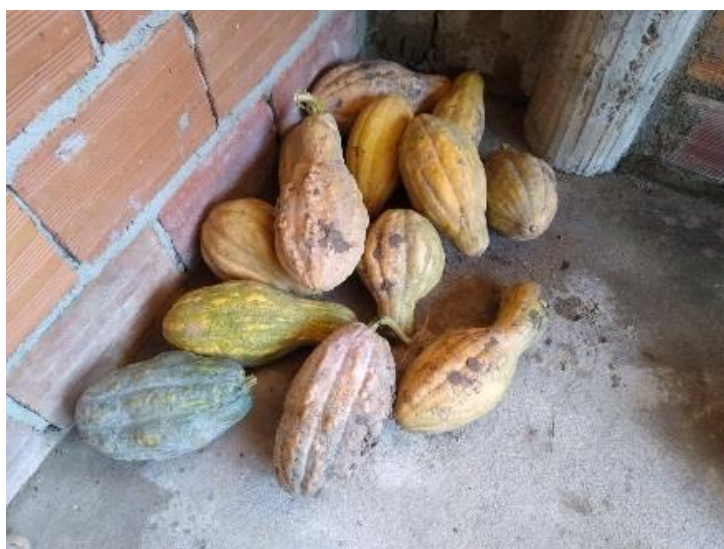
Palma de coco encontrada en el área de estudio



Fuente: Autores, 2022

Ilustración 12.

Frutos de los árboles encontrados en Isla Grande



Fuente: Autores, 2022

Ilustración 13.

Árbol de Totumo



Fuente: Autores, 2022

Ilustración 14.

Vegetación encontrada en Isla grande



Fuente: Autores, 2022

Toma de muestra y análisis Fisicoquímico

Con el fin de realizar la respectiva caracterización inicial del suelo afectado, se realizó la toma de muestras compuestas en el área de estudio y se procedió a realizar los análisis físico-químicos. Cabe resaltar que, con el fin de emitir mejores conclusiones en la investigación, se llevó a cabo la toma de muestra en la zona inicial afectada y posterior al proceso de recuperación.

Para la toma de muestra se llevaron a cabo dos procesos de muestreo; el primero denominado muestreo disturbado el cual se realizó a través de un muestreo compuesto del suelo, estableciendo un recorrido el cual permitió tomar varias muestras representativas del terreno a una profundidad de 20 cm tanto para el terreno afectado por los incendios como al suelo remediado.

Posterior a esto, se tomaron las muestras donde el suelo se secó a la sombra y a temperatura ambiente, luego se molió y tamizó a través de una malla de 2 mm, para realizar los análisis químicos en laboratorio. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Bioambilab en la ciudad de Valledupar.

Tabla 5.

Análisis de los parámetros fisicoquímicos

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
PH	U de pH	4,36
HUMEDAD	%	2.22
MATERIA ORGÁNICA	%	34.496
NITRÓGENO TOTAL	Mg/kg	12.45

Fuente: Autores, 2022

Según los resultados del análisis fisicoquímico en la **tabla 4**, el suelo de estudio se caracteriza por tener un tipo de textura que se considera ideal, además de poseer un Ph en valores ácidos, altos índices de materia orgánica, lo que supone un equilibrio entre permeabilidad al agua y retención de agua y de nutrientes. Además, estos valores alcalinos afectan la disponibilidad de nutrientes, la actividad de microorganismos y la solubilidad de minerales del suelo.

5.2 ETAPA 2: Análisis de la interacción de los suelos contaminados por la degradación mediante la aplicación de la especie Matarratón (*Gliricidia sepium*) y enmiendas orgánicas para la recuperación del suelo.

En el desarrollo de esta etapa implementamos la recuperación de este suelo a través de técnicas de abono orgánico por ser una de las técnicas más efectivas, de menor inversión y de fácil acceso.

Preparación Del Vivero Con La Especie Gliricidia Sepium Y Enmienda Orgánica

Para la preparación de nuestro vivero iniciamos con la búsqueda de un suelo rico en materia orgánica aproximadamente 50 kg, posterior a esto retiramos aquellos componentes que pueden influir de forma adversa en el desarrollo óptimo de nuestro vivero.

Ilustración 15.

Recolección de la enmienda orgánica



Ilustración 16

Elaboración del abono orgánico con los residuos recolectados



Fuente: Autores, 2022

Luego socializamos el objetivo de nuestro proyecto con la comunidad (Corregimiento Las Vegas y Becerril Cesar, sitios donde residimos) para así poder contar con su apoyo a la hora de recolectar la enmienda orgánica. Los residuos orgánicos se recolectaban día a día y se cortaban finamente para una rápida degradación y se revolvían en una carreta para tener una homogenización de los mismos.

Implementación de viveros

Se llevó a cabo la implementación de cuatro parcelas, con estolones de Matarratón (*Gliricidia Sepium*), teniendo en cuenta que a dos de ellas se le aplicó Compost y las otras dos sin Compost.

En la siguiente actividad, aplicamos la técnica de enmienda orgánica en el proceso de recuperación del suelo, teniendo en cuentas las características del suelo ya determinadas en la primera etapa. En esta alternativa de recuperación del suelo fue realizado con residuos orgánicos obtenidos de las actividades realizadas en el Municipio, en nuestra

experiencia encontramos residuos de comida, frutas y vegetales como lo observamos en las siguientes imágenes:

Ilustración 17.

Corte de los estolones del vivero



Ilustración 18.

Ubicación de los estolones en el vivero



Ilustración 19

Aplicación del abono en el vivero



Ilustración 20.

Crecimiento de los estolones



Socialización del proyecto con las personas que habitan en isla grande

Nuestro punto de partida fue el corregimiento de las Vegas, luego nos trasladamos en automóvil al corregimiento de Saloa el cual se encuentra ubicado a una distancia aproximado de 20 km. Posteriormente mediante transporte acuático (jhonson) nos trasladamos a Isla Grande en un recorrido de aproximado de 35 minutos.

Al llegar a Isla Grande nos recibió uno de sus habitantes el Sr Jairo Camacho capote de profesión ingeniero civil. Nos presentamos y empezamos a darle a conocer nuestro proyecto de investigación y cuales eran nuestros objetivos en la isla, desde el principio el sr Jairo se mostró muy interesado y presto a ayudarnos en cualquier cosa que necesitaríamos. Nos invitó a seguir a su humilde vivienda en donde se encuentra acompañado por su primo el Sr Luis Alfredo Camacho Bello quien se encarga del mantenimiento a pequeños potreros para siembra de maíz, ajonjolí, auyama, mangos, yuca, guayaba, limón entre otros. También se encontraba un pescador de la zona el Sr cesar julio Ferreira Flórez al cual se mostró muy atento el cual nos explica que muchos pescadores y cazadores realizan cazas de animales silvestres como el Galápago en donde su método de caza es usando el fuego, lo cual ha llevado a incendios no controlados en esta isla especialmente; En la zona algunas personas utilizan el fuego para dispersar las abejas, y sacar la miel del panal, y otros para que animales como galápagos salgan de su hábitat para cazarlos. No obstante, por las fuertes brisas que se registran en la región, las llamas se extendieron, consumiendo una extensa área de vegetación.

Ilustración 21.

Socialización con la comunidad aledaña



Ilustración 22.

Campesinos de Isla Grande



Ilustración 23.

Imagen de los cultivos de Plátano, Auyama y yuca



Posteriormente al tener ya el suelo y la enmienda orgánica homogenizado. Se Procede a embolsar en bolsas de germinación de 1 kg. Por otra parte, buscamos la especie *Gliricidia sepium* alrededor de la troncal vía a Curumaní y cortamos 40 estolones de aprox. 80 cm para luego plantarlos en bolsas de germinación.

Los estolones se plantaron en las bolsas de germinación en la fecha 25/10/2021 se realizó su respectivo riego y para fecha 2/11/2021 la especie *gliricidia sepium* empezó germinar como lo evidenciamos en las siguientes imágenes.

Ilustración 24.

Clasificación de los Residuos Orgánicos



Ilustración 25.

Integración de los Residuos recolectados



Ilustración 26.

Imagen de la enmienda integrada



Ilustración 27.

Producto final



Cabe resaltar que en este caso la variable repuesta edáfica a evaluar es el porcentaje de nitrógeno fijado en el suelo de estudio por la *Gliricida aerium* con la aplicación diferentes cantidades de compost de enmienda orgánica. Con el resultado obtenido se pretende verificar y resaltar el potencial de dicha leguminosa para mejorar la disponibilidad de nitrógeno en el suelo.

De igual forma, los prototipos de Matarratón (*Gliricidia Sepium*) utilizados en los tratamientos se prepararon para la siembra realizándoles un corte en bisel en el momento de cortar los tallos de las plantas ejemplares, esto con el fin de permitir que no se acumule agua en el tallo y ésta se enferme, se retrasa en su producción de forraje o muera. Se establecieron los especímenes en bolsas de germinación durante un tiempo determinado donde se fomentó el crecimiento de raíces para luego ser trasplantadas al campo experimental.

Siendo así, para la siembra en bolsas se garantizó que los tallos de Matarratón quedaran ubicados con el corte en la dirección que tenía en la planta ejemplar. Cabe resaltar que las plantas fueron sembradas en hoyos de 20x20x20 cms los cuales se llenaran con tierra revuelta con compost, debidamente caracterizado, según la dosis establecida con anterioridad.

Ilustración 28.

Parcelamiento (Imagen de parcela 1)



Fuente: Autores, 2022

Ilustración 29.

Parcelamiento (Imagen de parcela 2)



Fuente: Autores, 2022

En estas la parcela 1y 2, podemos observar que todos los estolones se encuentran en vivos, pero pres muy poca presencia vegetal, no presentan tallos secundarios, ni hojas. 6 de ellos.

Ilustración 30.

Parcelamiento (Imagen de parcela 3)



Fuente: Autores, 2022

Ilustración 31.

Parcelamiento (Imagen de parcela 4)

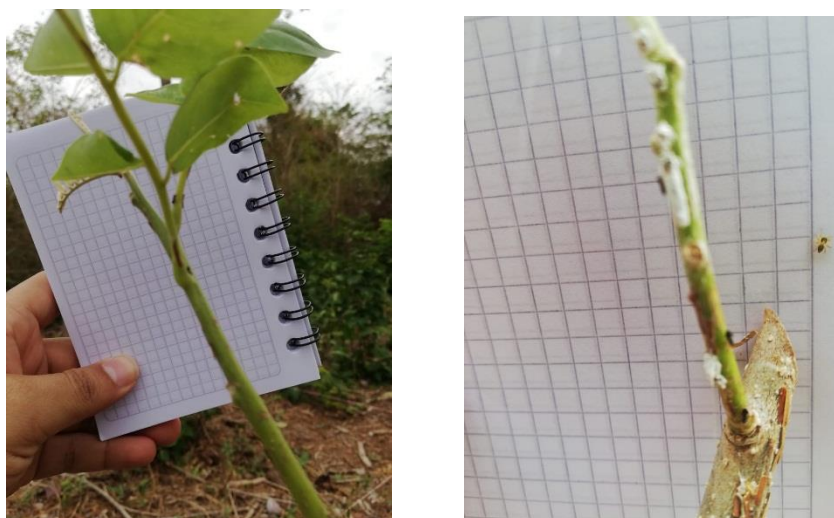


Fuente: Autores, 2022

Para esta actividad, se hizo remoción de la capa superficial de la zona de estudio para posteriormente implementar la recuperación. Posteriormente, se realizó la implementación de 4 parcelas, con estolones de (*Gliricidia Sepium*), agregando el abono orgánico (cascaras de frutas, vegetales, capa vegetal) que poseen propiedades para aumentar los índices de materia orgánica. Con la fase arbórea es fundamental la siembra del Matarratón (*Gliricidia Sepium*) la cual es una especie que presenta servicios ambientales como la fijación de nitrógeno, inicio del ciclo de nutrientes, etc. Se realizó seguimiento y monitoreo de las parcelas durante cuatro (4) meses, con el fin de verificar el crecimiento y efecto edáfico de los diferentes ejemplares de (*Gliricidia Sepium*) utilizados en los primeros estados de rehabilitación del suelo, además de garantizar un control de plagas o animales que pudiesen afectar el desarrollo del tratamiento.

Ilustración 32.

Fotografía especie (*Gliricidia Sepium*) a los 2 meses de la recuperación



Fuente: Autores, 2022

Las imágenes evidencian la presencia de plagas y hormigas afectando el resultado de manera indirecta el resultado de su interacción con el tratamiento, además de propender el daño en tallos y hojas.

Ilustración 33.

Fotografía de las plagas presentadas en la especie



Fuente: Autores, 2022

5.2 ETAPA 3: Evaluar la eficiencia de la interacción de la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*) y las enmiendas en la reestructuración de las propiedades del suelo degradado.

Una vez realizados los respectivos análisis físico-químicos antes y después de la implementación de los métodos, se realizaron las respectivas inferencias sobre la efectividad del Matarratón (*Gliricidia Sepium*) y compost de enmienda orgánica para la rehabilitación de suelos, con lo que se establecieron comparaciones junto a las condiciones naturales de uno con vegetación natural, teniendo en cuenta las variables de respuesta planteadas como objetivo de la investigación.

En esta última etapa, mediante el análisis de los parámetros y la recuperación de la zona afectada por los Incendios Forestales, se reincorporaron especies nativas a la Isla.

Caracterización de los parámetros físico-químicos después de la aplicación de la enmienda

En esta etapa de la investigación realizamos un análisis de los parámetros físico-químicos para determinar la incidencia de la enmienda y la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*) en la Zona Parcelada. Se evalúa con un cuadro comparativo identificando la variación de los parámetros físico-químicos antes y después de la aplicación de la enmienda orgánica y la especie Matarratón (*Gliricidia Sepium*).

No obstante, nos ayudara a identificar la capacidad que tiene el suelo de poder absorber el agua, la calidad del suelo, ya que incide directamente sobre propiedades edáficas, como estructura y disponibilidad de carbono y nitrógeno además de la forma Inorgánica y orgánica del Nitrógeno asimilable en el terreno

Y los niveles de acidez o alcalinidad de un suelo, así como también la actividad de microorganismos y la solubilidad de minerales del suelo que son indispensables en nuestra investigación

Ilustración 34.

Fotografía del suelo después de la aplicación del tratamiento



Fuente: Autores, 2022

Ilustración 35.

Especie (Gliricidia Sepium) e a los 4 meses del tratamiento



Se consiguió establecer las características físico-químicas de suelos afectados por incendios forestales, con lo que se logró conocer las condiciones en las que se encontraba el suelo antes de la intervención con el Matarratón y la enmienda.

Tabla 6.

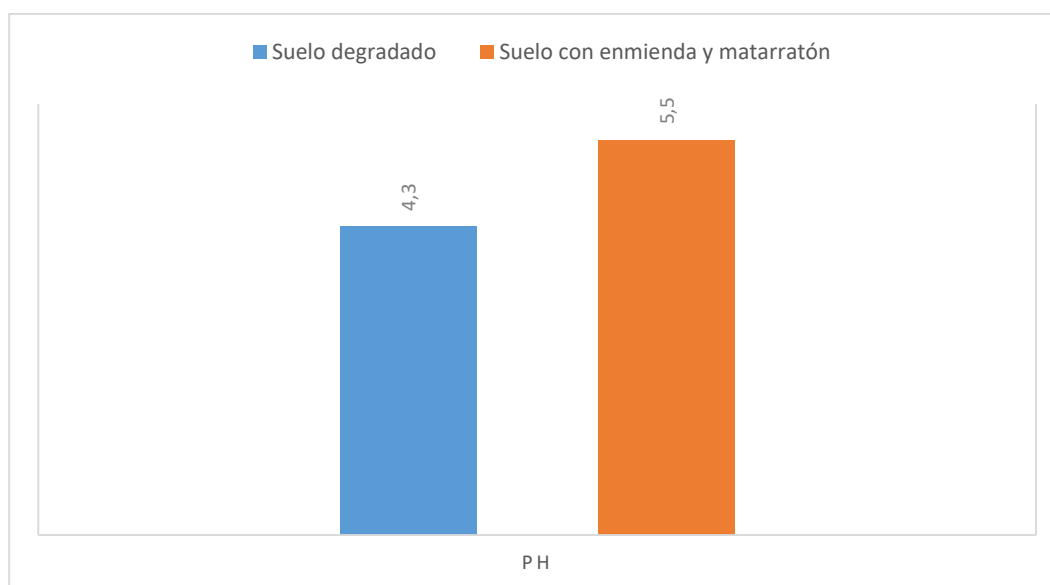
Evaluación de parámetros fisicoquímicos antes y después del tratamiento de (Gliricidia Sepium) y enmienda orgánica

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	SUELO DE ESTUDIO(DEGRADADO POR INCENDIO FORESTAL)	SUELO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO
HUMEDAD	%	2,22	8,77
MATERIA ORGANICA	mg/kg	0,344	0,538

PH	ph	4.36	5,58
NITROGENO	cmo(+)/kg	12.45	14.76

Fuente: Autores, 2022

• PH



Gráfica 1.

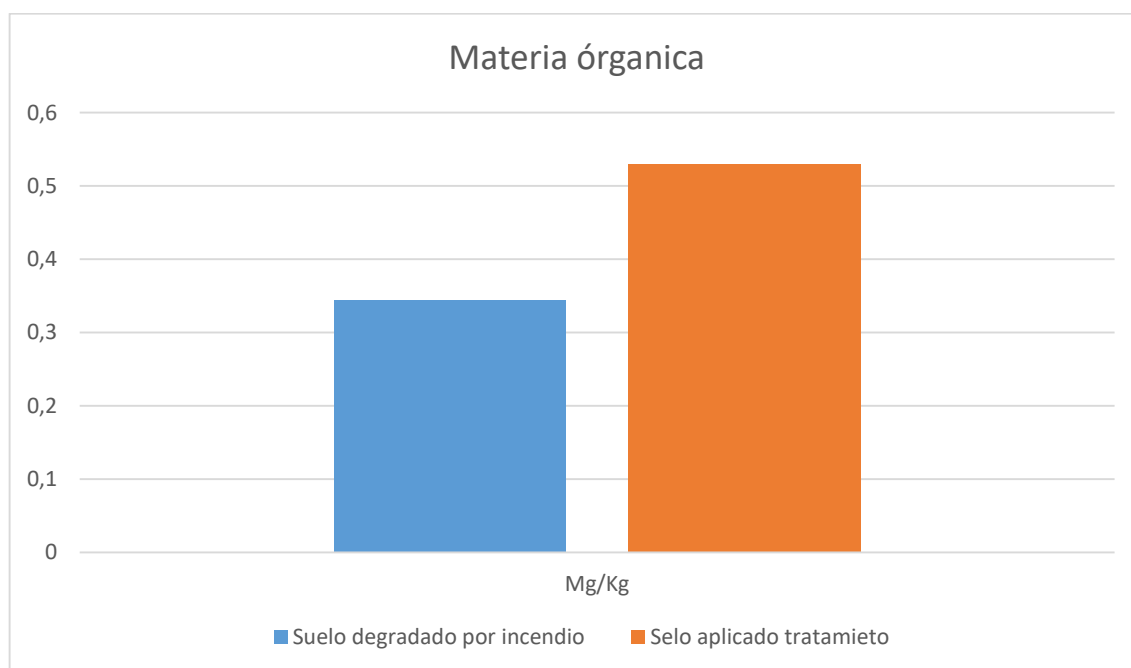
Niveles de Ph en suelo degradado y suelo aplicado tratamiento de (Gliricidia Sepium) y enmienda orgánica

Fuente: Autores, 2022.

Según el valor de pH en el suelo sin intervención del tratamiento se considera que este tipo de suelo es característico de la zona, esto se da por el contenido de arcilla. En los suelos alcalinos existe una limitación en la agricultura ya que valores de pH tan altos inhiben el crecimiento adecuado de algunas plantas; también por la baja capacidad de infiltración de estos suelos, el agua de lluvia se estanca en la superficie y en épocas de verano el riego apenas es adaptable. Por lo que una estrategia de

manejo para este tipo de suelos es la aplicación de calcio aplicando yeso agrícola, siempre que el suelo no tenga un contenido elevado en sales. Los suelos que tienen yeso y caliza a la vez tienen un pH más cercano a la neutralidad que los que sólo tienen caliza.

- **Materia orgánica**



Gráfica 2.

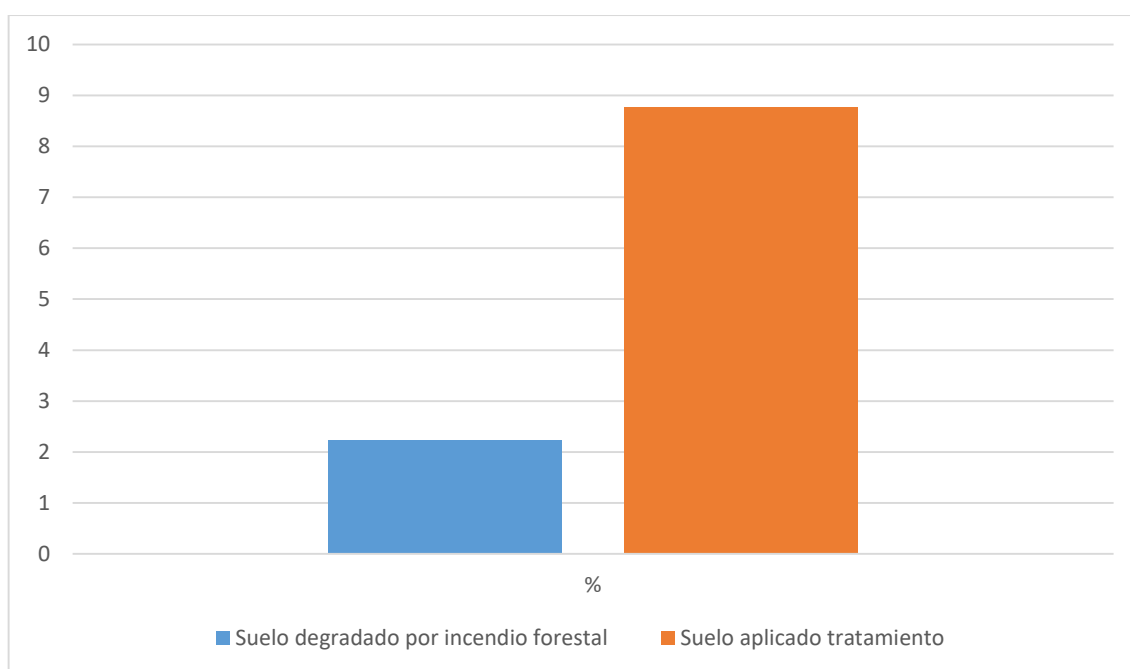
Niveles de materia orgánica en suelo degradado y suelo aplicado tratamiento de *Gliricidia sepium* y enmienda orgánica

Fuente: Autores, 2022.

En la gráfica 2, evidencia que los valores con el tratamiento aumentan, determinando la capacidad de productividad del suelo, este parámetro incide directamente sobre propiedades edáficas, como estructura y disponibilidad de carbono y nitrógeno, además determina la capacidad de los nutrientes presentes en el suelo y la cantidad. Denota un porcentaje de materia orgánica muy bajo, según su tipo de textura, consecuencia del pH alcalino y la poca

presencia material vegetal. Ya que, debido a su proporción desfavorece el desarrollo de una buena estructura, la aireación y capacidad de retención del agua.

- **Humedad**



. **Gráfica 3.**

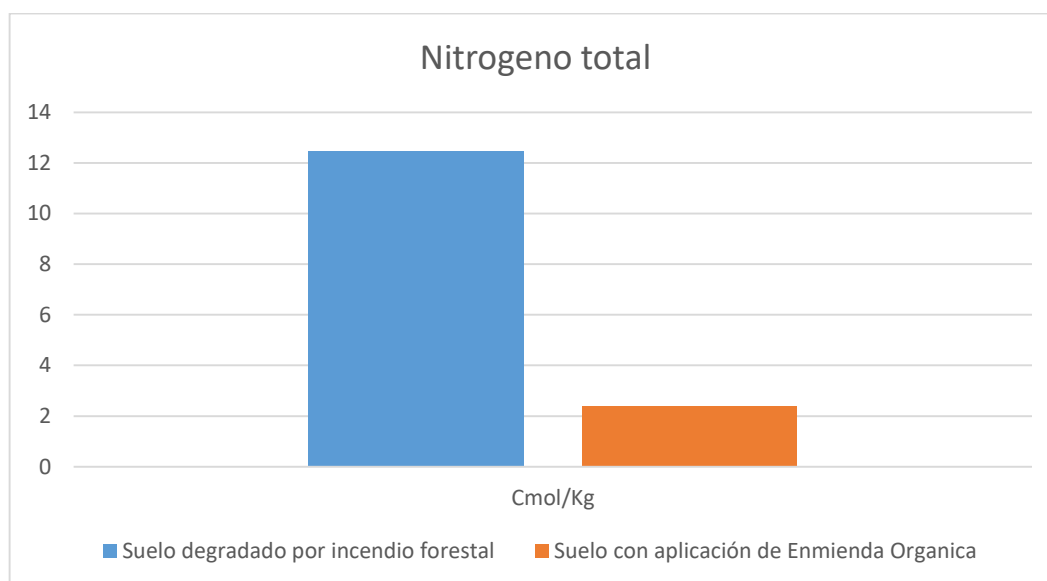
Niveles de Humedad en suelo degradado y suelo aplicado tratamiento de *Gliricidia sepium* y enmienda orgánica

Fuente: Autores, 2022.

Los valores presentados anteriormente permiten inferir que en general la zona muestra una buena a mediana humedad. Siendo que las muestras se tomaron en época de verano, se puede afirmar que en general su grado de humedad se encuentra entre un nivel

medianamente apto para las actividades desarrolladas en la zona, debido a que estos suelos se extienden en una zona de la Ciénaga de Zapato en clima cálido seco.

- **Nitrógeno total**



Gráfica 4.

Niveles de Nitrógeno total en suelo degradado y suelo aplicado tratamiento de Mataratón y enmienda orgánica

Fuente: Autores, 2022.

El gráfico 4 denota el valor obtenido en el punto de muestra, en donde representa un valor deficiente de acuerdo a la tabla de consideraciones generales para interpretar análisis químicos de suelo del IGAC. Donde se atribuye al manejo inadecuado de este suelo por desarrollo de un incendio forestal. La deficiencia de nitrógeno acarrea problemas para las plantas ya que hace que el crecimiento de las mismas sea más lento y además muestren un aspecto débil (IGAC, 2006).

5.3 ETAPA 4: Plantear técnicas de reforestación en el área degradada por los Incendios Forestales.

Finalmente, con el análisis y la interpretación de las etapas anteriormente mediante prueba piloto, se determinará la eficacia de los métodos, y posteriormente se elaborará soluciones ambientales para la recuperación del bosque en Isla Grande enmarcado en la sucesión ecológica con varias fases:

La incorporación de limo o dolomita en la capa superior del suelo es un método eficaz para el mejoramiento de los suelos ácidos. La granulación o aplicación en bandas de limo encima de la semilla durante la siembra también es una práctica común utilizada para desarrollar las leguminosas de pradera en zonas templadas. El limo también se puede aplicar como un tratamiento de prevención ante la baja fertilidad del suelo y para el suministro de calcio y magnesio en suelos con deficiencia. El limo incrementa el pH del suelo ácido, por lo cual la acción de la bacteria fijadora del nitrógeno se desinhibe y la fijación del nitrógeno aumenta. Se ha documentado aumentos de la mineralización del nitrógeno en los residuos vegetales y en la materia orgánica del suelo tras la incorporación del limo en el suelo ácido. Aunque de preferencia se aplica para elevar el pH del suelo y modificar toxicidades asociadas con la acidez del suelo, también se ha incorporado para mejorar la estructura del suelo.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la realización de este estudio, se logró identificar las características fisicoquímicas del suelo de Isla Grande en el Municipio de Chimichagua, estribaciones de la Ciénaga de Zapatosa, en las que se pudo observar que existe una baja disponibilidad de nitrógeno, pH alcalinos con inclinación a aumentar su valor, lo que impide un uso productivo acorde con las necesidades del terreno; conociendo que estos suelos son usados tradicionalmente para el pastoreo de animales. Por tal razón se hace necesario realizar un proceso de recuperación con el fin de mejorar las propiedades edáficas.

De igual forma, se obtuvieron resultados satisfactorios en cuanto a la adaptación y evolución del Mataratón (*Gliricidia sepium*) en los diferentes tratamientos aplicados en el suelo intervenido. Cabe resaltar que esta leguminosa fue escogida para mejorar las condiciones del suelo en los primeros estados de rehabilitación por la deficiencia de nitrógeno en el suelo intervenido, siendo este nutriente indispensable para el funcionamiento de la planta y el microbiota presente en suelo. Así mismo, la utilización de esta planta es de gran ventaja ya que además de ser una especie fácil y económica de conseguir por ser característica de la zona de estudio, presenta resultados a corto plazo por su rápida adaptación a diferentes tipos de suelo.

Para investigaciones futuras se recomienda realizar una comparación de la efectividad del tanto en suelos alcalinos como ácidos, además realizar su propagación tanto con semillas como por estacas (sexual y asexual).

Durante la estadía compartimos con diferentes personas que habitan en la isla, las cuales nos dejaron muchas enseñanzas, aprendimos a conocernos y trabajar en equipo. Nos dividíamos a la hora de realizar el desayuno, almuerzo y cena. Por las noches platicábamos y nos comentaban acerca de la palabra de Dios. También nos reuníamos a preparar nuestras hamacas y toldos ya que los zancudos y otros tipos de insectos son abundantes en horas de la noche.

BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura, L. O. (2021). Suelo.
- Alcaldía de Chimichagua. (2008). Plan de saneamiento y manejos de vertimientos - PSMV CHIMICHAUGA, CESAR. Chimichagua.
- Andrade, A., & Carrion, W. (2018). Plan de manejo para la recuperación ambiental del estero El Macho, cantón Machala. Cuenca.
- Andrade, M., & Martinez, M. (2014). FERTILIDAD DEL SUELO Y PARÁMETROS. Servicio de Publicaciones.
- Bioindicadores de la calidad del suelo: herramienta metodológica para la evaluación de la eficacia de un proceso fitorremediador. (2007). Revista de Ecología y Medio ambiente, Vol. 16 Núm. 2 .
- Cesar, C. A. (2011). Mapa de Riesgo por Incendios Forestales Departamento del Cesar. Cesar.
- Díaz, L. (2017). REMEDIACIÓN DE SUELOS ALTERADOS POR ACTIVIDAD DE MINERÍA DEL CARBÓN A CIELO ABIERTO, MEDIANTE APLICACIÓN DE BIOCHAR PROCEDENTE DE RESIDUOS BIOMÁSICOS DE LA PALMA DE ACEITE EN LA ZONA CARBONÍFERA DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR. Medellín.
- Fernández-Méndez, F., Velasco-Salcedo, V., Guerrero-Contecha, J., Galvis, M. & Viana-Neri, A. (2016). Recuperación ecológica de áreas afectadas por un incendio forestal en la microcuenca tintales (Boyacá, Colombia). Colombia Forestal, 19(2),143-160.
- Garrido, S. (2005). INTERPRETACION DE ANALISIS DE SUELOS.
- IDEAM. (2015). Estudio nacional de la DEGRADACIÓN DE SUELOS POR EROSIÓN en Colombia 2015. Bogotá D.C.
- IGAC. (2006). Guía de muestreo.
- J., J. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Medellín.
- Karen Palomino, Y. F. (2018). ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES EDÁFICAS RELACIONADAS CON LA INCLUSIÓN DE GLIRICIDIA SEPIUM EN LA

REHABILITACIÓN DE SUELOS DEGRADADO POR LA EXPLOTACIÓN DE ARCILLA, EN LA VEREDA LAS CASITAS, VALLEDUPAR – CESAR, . Valledupar.

Lazaro, J. (2008). Fitocorrección de suelos contaminados con metales pesados.

Ortiz, I., Sanz, J., Dorado, M., & Villar, S. (2007). técnicas de recuperación de suelos contaminados.

Reyes, M. Z. (2020). RESTAURACIÓN ECOLÓGICA A SUELOS IMPACTADOS OR INCENDIOS FORESTALES. Tunja.

Solera, J. M. (1999). Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Alicante, España.

Xiong, J. (2015). RECUPERACIÓN Y REHABILITACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON ELEMENTOS TRAZA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS Y EL ESTABLECIMIENTO DE UNA CUBIERTA VEGETAL NATURAL O DE UNA PLANTA DE CRECIMIENTO RÁPIDO (PAULOWNIA FORTUNEI). Sevilla.

Zuluaga, M. (2020). RESTAURACIÓN ECOLÓGICA A SUELOS IMPACTADOS POR INCENDIOS FORESTALES . Tunja.

ANEXOS

ANEXO A. Parámetros fisicoquímicos suelo degradado

	FORMATO ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO		VIGENCIA	
			22-02-21	
			VERSION: 1	PAG:3

REPORTE DE ENSAYO No. 1989-1

ODS No.	1989
Códigos:	0222-1989-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	Ing. LUIS ALFONSO LOZANO			NIT/C.C.	1.062.810.736
CONTACTO/CARGO:	Ing. LUIS ALFONSO LOZANO			DIRECCIÓN:	CRA 3ª N 12-156
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Becerril	TELÉFONO:	310 620 7789

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR	Cliente	
0222-1989-1	SUELO	ISLA GRANDE CHIMICHAGUA	ISLA GRANDE CHIMICHAGUA	FECHA DE MUESTREO	2021-12-20	HORA: 08:00 AM
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2021-12-20	HORA: 12:50 PM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2021-12-20	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2022-01-26	
				FECHA DE REPORTE	2022-02-10	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FÍSICO-QUÍMICOS



MICROBIOLÓGICOS

DERMINACION ANALITICA	UNIDADES	CÓDIGO DE LA MUESTRA	METODO	INTERVENCION
PH(1:2,5)	pH	0222-1989-1	GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02	Ácido
		4.36		
Humedad	%	2.22	GRAVIMÉTRICO - MÉTODOS ANALÍTICOS DEL LABORATORIO DE SUELOS, IGAC	-
Materia Orgánica (MO)	mg/kg	34496	CÁLCULO MATEMÁTICO A PARTIR DE LA DQO EN SUELOS Y SEDIMENTOS - VOLUMÉTRICO, STANDARD METHODS	Alto
Nitrógeno Total (N)	cmol(+)/kg	12.45	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	Alto

Nota: El presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSE FRAGOSO C.

Bacteriólogo MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Dirección Calle 8ª N° 22 - 80 Valledupar. TEL.5869112, CEL. 3166954067. www.bioindalamb.com
E – mail. pedrojosefragoso@gmail.com, bioindallab@gmail.com

	FORMATO ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO	VIGENCIA 22-02-21 VERSION: 1 PAG:3
---	--	--

REPORTE DE ENSAYO
No. 1989-1

ODS No.	1989
Códigos:	0222-1989-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	Ing. LUIS ALFONSO LOZANO			NIT/C.C.	1.062.810.736
CONTACTO/CARGO:	Ing. LUIS ALFONSO LOZANO			DIRECCIÓN:	CRA 3ª N 12-156
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Becerril	TELÉFONO:	310 620 7789

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR	Cliente	
0222-1989-1	SUELO	ISLA GRANDE CHIMICHAGUA	ISLA GRANDE CHIMICHAGUA	FECHA DE MUESTREO	2022-03-10	HORA: 07:30 AM
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2022-03-10	HORA: 09:50 PM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2022-03-10	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2022-04-13	
				FECHA DE REPORTE	2022-04-28	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FÍSICO-QUÍMICOS



MICROBIOLÓGICOS

DERMINACION ANALITICA	UNIDADES	CÓDIGO DE LA MUESTRA	METODO	INTERVENCION
PH(1:2,5)	pH	0222-1989-1 5.58	GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02	Ácido
Humedad	%	8.77	GRAVIMÉTRICO - MÉTODOS ANALÍTICOS DEL LABORATORIO DE SUELOS, IGAC	-
Materia Orgánica (MO)	mg/kg	5.380	CÁLCULO MATEMÁTICO A PARTIR DE LA DQO EN SUELOS Y SEDIMENTOS - VOLUMÉTRICO, STANDARD METHODS	Alto
Nitrógeno Total (N)	cmol(+)/kg	14.45	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	Alto

Nota: El presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.


PE德罗 JOSE FRAGOSO C.
 Bacteriólogo MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Dirección Calle 8ª N° 22 - 80 Valledupar. TEL.5869112, CEL. 3166954067. www.bioindalamb.com
E – mail. pedrojosefragoso@gmail.com, bioindallab@gmail.com

ANEXO B. Registro fotográfico

