

**EVALUACION DEL CARANGANITO (*Senna atomaria*) COMO ALTERNATIVA
DE RECUPERACION DE SUELOS EN LAS ZONAS AFECTADAS POR
PROCESOS ANTRÒPICOS EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR.**

LILIANA PATRICIA LOPEZ JIMENEZ

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGIAS

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR- CESAR

2016

**EVALUACION DEL CARANGANITO (*Senna atomaria*) COMO ALTERNATIVA
DE RECUPERACION DE SUELOS EN LAS ZONAS AFECTADAS POR
PROCESOS ANTRÒPICOS EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR.**

LILIANA PATRICIA LOPEZ JIMENEZ

**LUIS CARLOS DIAZ MUEGUES
DIRECTOR**

Proyecto de grado para optar título de Ingeniera Ambiental y Sanitaria

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGIAS
PROGRA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR- CESAR**

2016

Nota de Aceptación

DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

JURADO CALIFICADOR

JURADO CALIFICADOR

Valledupar, _____ del 2016

DEDICATORIA

Agradecerle a Dios, primeramente por regalarme la vida, y la familia que me dio, por ser mi guía, protector, darme sabiduría y paciencia en los momentos que más lo necesite, y por ayudarme a finalizar mi carrera con éxito.

A mis padres, Wilson de Jesús López Contreras y Luz Elena Jiménez García que son mi motor para que cada día luche con mayor esfuerzo, por inculcarme valores que me hacen ser cada día mejor persona ante la sociedad, por su cariño, amor y apoyo incondicional.

A mis abuelos María Esneda García de Jiménez, Francisca Contreras y Carlos Julio Jiménez Calderón (QEPD), siempre están conmigo acompañándome en cada paso que dado a lo largo de mi vida, que tienen un consejo sabio para cada situación que enfrento.

A Andrés David Jiménez García (QEPD), que fue mi hermano, mi amigo, mi compañero de fórmula, mi consejero, mi segundo papá, que estuvo conmigo todo el tiempo, que no me abandono y siempre tuvo una palabra de aliento en mis momentos difíciles, y que aunque ya no pertenezca a este mundo, me sigue acompañando, es mi ángel que me cuida desde la distancia, es el que me sigue dando la fuerza para seguir luchando por mis sueños y metas.

A mi hermana Maira Alejandra López Jiménez, y mis primos Carlos Alberto Ochoa Jiménez, Camilo Andrés Ochoa Jiménez, Roberto José Ochoa Jiménez, y mi tía Inés Jiménez García mis compañeros de locuras y aventuras, su alegría contagia y me motivan a seguir adelante.

A todos mis familiares que siempre han estado conmigo apoyándome en todo, confiando en mí, y animándome a seguir cada día.

A Luis Carlos Díaz Muegues, por ser mi director de proyecto, por confiar en mí, no importando por la situación que estuviera pasando, por tenerme paciencia, por

entenderme, por regalarme un poquito de su conocimiento, por ayudarme a enfrentar este reto, y por su apoyo incondicional muchísimas gracias.

A todas las personas que estuvieron en el proceso, a que avanzara y no me detuviera, que me apoyaron siempre. Iván Molina, Aslenis Melo, Neil Hamburguer, Dayana Oliveros, William Camarillo, Dianis Cantillo y Johan Galindo que fue mi compañero por mucho tiempo que me ayudo en todo y siempre tenía disponibilidad de hacer las cosas, con la mejor disposición.

A Julián Pérez, Ingrid Cadavid y Valentina Pérez Cadavid que son mi segunda familia y que sin su ayuda, no hubiese sido posible que yo terminara este proceso, gracias por abrirme las puertas de su casa y tenerme como una hija más.

Muchas gracias a todos, por su apoyo, amistad, por los buenos y malos ratos.

Solo tengo infinitas GRACIAS para ustedes.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. Planteamiento del Problema	2
2. Justificación	5
3. Objetivos	8
3.1 Objetivo General	8
3.2 Objetivos Específicos	8
4. Marco Referencial	9
4.1 Antecedentes	9
4.2 Marco Teórico	12
4.2.1 Degradación de Suelos por Actividades Antrópicas.	12
4.2.2 Degradación de Suelos en Colombia.	15
4.2.3 Desertificación en el Departamento del Cesar	16
4.2.4 Indicadores de Calidad de Suelos	18
4.2.5 Usos de Plantas Nativas en Recuperación de Suelos	19
4.2.6 Características del Caranganito (<i>Senna atomaria</i>)	20
4.2.7 Descripción taxonómica del Caranganito (<i>Senna atomaria</i>)	21
4.3 Marco Contextual	23
4.3.1 El Clima	23
4.4 Marco Legal	24
4.4.1 Decreto 1791 de 1996: Artículo 2.	24
4.4.2 Decreto 900 de 1997: Artículo 1.	24
4.4.3 Decreto 2811 de 1974: Artículo 1.	24
4.4.4 Decreto 2340 de 1997: Artículo 1.	24
4.4.5 Constitución Política de Colombia 1991.	24
5. METODOLOGÍA	27
5.1 Enfoque Investigativo	27

5.2 Muestreo de semillas de Caranganito (<i>Senna atomaria</i>)	27
5.2.1 Muestreo de Suelo	27
5.3 Prueba de germinación de Caranganito en laboratorio	28
5.4 Caracterización Inicial Físico Química y microbiológica de Suelos	29
5.5 Prueba de Campo	31
5.5.1 Germinación en campo	31
5.5.2 Siembra de Caranganito en Campo Utilizando Sustrato de Suelos Disturbados.	31
5.5.3 Caracterización Físico Química y Microbiológica de suelos post- siembra.	32
5.6 Análisis Estadístico.	32
5.7 Propuesta del uso del Caranganito como alternativa para el aprovechamiento en recuperación de suelos en el departamento del Cesar.	32
6. RESULTADOS	33
6.1 Resultados De Germinación En Laboratorio Y Vivero.	33
6.2 Características Físico químicas y Microbiológicas de Suelo Bajo Estudio.	35
6.3 Siembra de Caranganito en campo Utilizando Sustrato de Suelos Disturbados.	36
6.4 Respuesta Físico química a Siembra con Caranganito	37
6.5 Caranganito como Alternativa de Restauración de Suelos degradados.	41
7. DISCUSIÓN	43
7.1 Germinación In vitro de Caranganito	43
7.2 Características Físico químicas y Microbiológicas Iniciales de Suelos.	43

7.3 Efecto de la Siembra en Vivero de Caranganito Sobre Suelos Disturbados.	44
7.4 Caranganito Como Alternativa de Restauración de suelos Degradados	45
8. CONCLUSIÓN	46
9. RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

LISTAS DE GRAFICOS

Grafico 1. Germinación de Caranganito en Diversas Concentraciones de Biochar.	33
Grafico 2. Germinación de Caranganito en los Diferentes Sustratos.	36
Grafico 3. Longitud de Caranganito en Cinco Meses de Siembra en los Diferentes Tipos de Suelo.	37
Grafica 4. Variación del pH de los Diferentes Suelos, Antes y Después de la Siembra del Caranganito.	38
Grafica 5. Variación de Retención de Humedad de los Diferentes suelos, Antes y Después de la Siembra del Caranganito.	39
Grafica 6. Variación de FDA de los Diferentes Suelos, Antes y Después de la Siembra del Caranganito.	40
Grafica 7. Variación de Conductividad Eléctrica de los Diferentes Suelos, Antes y Después de la Siembra del Caranganito.	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Desarrollo In-vitro de Caranganito en Diferentes Concentraciones de Biochar.	34
Tabla 2.	Caracterización Físico Química y Microbiológica Antes de Siembra.	36
Tabla 3	Conglomerados de Suelos Según Respuesta a Siembra con Caranganito	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Árbol, Semillas y Flor del Caranganito	21
Figura 2	Ensayo de Germinación en Cajas de Petri	29
Figura 3	Germinador Utilizado en Campo	31
Figura 4	Crecimiento de Caranganito en Diversas Concentraciones de Biochar. a) 0g, b) 1g, 2.5g, c) 5gr y d)10gr	35

INTRODUCCION

En la actualidad uno de los problemas más relevantes a nivel mundial es la desertificación, es decir la degradación de los suelos y tierras en ecosistemas secos. La degradación de las zonas secas se deriva tanto de procesos naturales como antrópicos; dentro de los factores fundamentales que contribuyen a la desertificación se encuentran: la ignorancia o falta de conocimiento de las ofertas, fragilidades vulnerabilidades y degradaciones de los ecosistemas de zonas secas y las formas de aprovechamiento y conservación de su potencialidad, el uso y manejo no apropiado de la tierra para agricultura, ganadería, minería, obras de infraestructura y urbanización.

En el departamento del Cesar históricamente gran parte de las actividades económicas han estado ligadas a la ganadería y agricultura. En la actualidad estas actividades siguen prevaleciendo, aun cuando se destacan nuevas actividades como la minería del carbón, la cual se presentan como una importante fuente de recursos económicos para el departamento. Bajo esta fuerte presión antrópica la desertificación y la degradación de los suelos en la región, se destacan como temas que deben ser priorizados, desde el punto de vista ambiental y del desarrollo social y económico del departamento.

La presencia de zonas en desertificación en gran parte del departamento plantea que se debe tener en cuenta la problemática de la degradación de los suelos en los procesos de planificación, por lo cual las medidas de desarrollo deben ser acordes a esta problemática y a las necesidades de la región.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El fenómeno de la desertificación, entendido como la degradación de las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultantes de diversos factores y procesos que actúan en forma individual o colectiva, tales como las variaciones climáticas y las condiciones topográficas, se acentúa por la intervención de procesos antrópicos tales como la colonización, explotaciones mineras, construcción de vías, urbanismo y las prácticas equivocadas de manejo del suelo.

En Colombia se presenta con mayor intensidad en los departamentos de la Guajira (por sus condiciones climáticas se considera que constituye una verdadera región desértica), Santander, Boyacá, Norte de Santander, Cauca, Nariño, Huila, Tolima, Atlántico, Magdalena, Sucre y Cesar

Zonas que antes estaban cubiertas de vegetación y que presentaban alta productividad agrícola, como Villa de Leyva (Boyacá), ciertos sectores de la cuenca alta del río Chicamocha y la Sabana de Bogotá, presentan síntomas claros de estos procesos degradativos.

Dentro de los efectos que causa la desertificación se encuentra el hambre, la disminución en la calidad de vida, las sequías frecuentes y el poco o nulo terreno fértil para seguir cultivando, precisamente, lo que está pasando aquí en el Cesar.

Sin dudas este problema de desertificación en el Cesar avanza por la deforestación que se dio con la colonización especialmente en áreas de la Serranía de Perijá y Sierra Nevada, en donde se refugiaron muchas familias desplazadas de los Santanderes, en este caso, por la violencia política de los años 40. El cultivo de algodón y de arroz de los años 50, en adelante, aportaron su significativa cuota, hasta el punto que en el Cesar llegamos a cultivar 200 mil hectáreas, por supuesto, con malas prácticas de manejo de suelo y excesivo uso de pesticidas, herbicidas y abonos sintéticos (Martinez, 2010). En este Departamento, se extrajo mucha

vegetación para implementar potreros en desarrollo de la ganadería extensiva. Además, durante los 80 se descombró bastante terreno en Perijá y Sierra Nevada para siembra de cultivos ilícitos tales como marihuana, amapola y coca.

En general, durante gran parte del siglo XX la actividad económica del Cesar, estuvo y sigue ligada a la ganadería y agricultura; a finales de siglo surgió una nueva fuente de ingresos el sector minero con la explotación del carbón, para que en la actualidad el Departamento se presente como un importante enclave de la minería del carbón a nivel nacional y los municipios que concentran parte de esta actividad son: La Jagua de Ibirico, Chiriguaná, El Paso, Becerril y el sector sur de Codazzi.

Por causa de las malas prácticas en las actividades anteriores, el Cesar es uno de los más afectados a nivel nacional por los procesos de desertificación de suelos.

Según el estudio los municipios con mayor área en ecosistemas secos y con problemas de desertificación son: El Paso, Astrea, San Diego, Bosconia, Valledupar, La paz, Becerril, Agustín Codazzi y El Copey, los cuales tienen más del 50 % de su área en diferentes niveles de desertificación el Cesar de Valle a desierto (Maestre, 2010).

Existen municipios como El Paso, Becerril, Codazzi, Chimichagua, La Paz, Valledupar, La Jagua de Ibirico, Chiriguaná, Tamalameque y Pueblo Bello, que tienen áreas en desertificación, moderada alta y muy alta. Se encuentran divisiones territoriales como Astrea, San Diego, Bosconia, El Copey, Gamarra, Aguachica, Rio de Oro, Manaure, González y Pailitas que tiene buen porcentaje de desertificación en condiciones moderadas y alta, pero los valores más altos en desertificación, es decir, muy alta y alta se presentan en las coberturas de las zonas de extracción minería, red vial ferroviaria y terrenos asociados a la minería de carbón en la región de la Jagua de Ibirico.

El proceso de recuperación de zonas deterioradas no es un problema fácil, ya que requiere no solo el lograr una producción masiva de plantas sino un establecimiento

exitoso. Una estrategia de restauración, pudiera ser la propagación de plantas nativas, para lo cual es necesario, primeramente, tener conocimientos sobre la germinación de las semillas de tales especies y la aplicación de resultados de estos esfuerzos que ayudaran a mitigar el deterioro de los ecosistemas (Contreras, 2012).

Los esfuerzos de restauración de ecosistemas deteriorados cobran cada día mayor importancia en Colombia, lo que ha propiciado la necesidad de estudiar el comportamiento de la germinación de las semillas y favorecer su producción.

El Caranganito (*Senna atomaria*) es un pequeño arbusto o árbol, que alcanza una altura de 3 a 12 metros. Este árbol lo podemos encontrar comúnmente en los departamentos del cesar, más exactamente en los Besotes, Caracolí, Vereda Campo Alegre, Región las Cumbres y la Guajira, ya que es nativo de esta región por que se encuentra a nivel del mar a un máximo de 2000 metros, nace preferiblemente en bosques tropicales secos y aparece sin amenaza a su entorno natural. De la vaina o el fruto de este árbol se ha investigado poco, solo se sabe que puede medir entre unos 20 a 35cm y las semillas no han sido investigadas hasta el momento (Explotación de Material de Barita 2006).

¿Es potencialmente factible el uso del Caranganito (*Senna atomaria*), como alternativa de recuperación de suelos en zonas afectadas por procesos antrópicos en el departamento del Cesar?

2. JUSTIFICACION

Los árboles juegan varios papeles importantes tanto en ecosistemas naturales como en agro ecosistemas, incluyendo: sombra y rompe-vientos, movilización y reciclaje de nutrientes particularmente desde capas profundas del suelo, fijación de nitrógeno por especies leguminosas, secuestro de carbono, hábitat para muchas especies de aves, insectos, pequeños mamíferos y plantas epifitas. La cría de ganado puede afectar las poblaciones de árboles bien sea directamente por daño de las ramas, troncos o brotes, o indirectamente por la deforestación que tiene lugar durante el establecimiento y protección de las pasturas (FAO, 2014).

Fomentar la creación de viveros destinados a la reforestación o la recuperación de los suelos en el Departamento del Cesar, recuperando y revalorizando especies que constituyen un importante recurso para los pobladores rurales. Se describe una técnica sencilla para la producción de plantines de Caranganito (*Senna atomaria*), que incluye el tratamiento de las semillas antes de la siembra, con la aplicación de esta tecnología es posible incrementar los porcentajes de germinación.

En el caso particular de Colombia, el país ocupa el primer lugar en el mundo en diversidad de especies nativas por unidad de área y el segundo lugar en número total de especies, según el Informe Nacional para la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, en junio de 1992 (UdeA).

El departamento del Cesar se encuentra afectado por el proceso de degradación de los suelos y tierras por desertificación de su área. Los municipios más afectados son: El Paso, Astrea, Bosconia, El Copey, San Diego, Becerril, Valledupar, La Paz, Codazzi, Chimichagua, Gamarra, Rio de Oro, Manaure, La Jagua de Ibirico, González, Pueblo Nuevo y Pailitas. Es necesario un estudio en los componentes de degradación de los suelos como lo son la erosión, la salinidad, y la compactación para determinar con mayor precisión, las áreas y niveles de gravedad de la

desertificación en el departamento del Cesar (Corpocesar, 2007). Del mismo modo utilizar especies nativas en la recuperación de la cubierta vegetal no solo se mitiga y/o reduce el deterioro, sino además se contribuye a la sustentabilidad de diversas cadenas productivas (Alicia Melgoza, 2007).

El uso del agua que hacen las plantas nativas está adaptado y controlado. Las nativas están acostumbradas a las condiciones climáticas, inundación, sequía y tipo de suelo. Estas son afectadas por hongos entre los más frecuentes son el *cladosporium phoma* y *fusarium*, Pandey et al (1982) y Prete e Nunes (1984), considerando que estos hongos son responsables de la baja germinación de las semillas y el pobre desarrollo de algunas plantas. Algunas especies acuáticas y palustres, que crecen densamente en las riberas de los ríos, sirven de refugio para aves y otras especies de fauna acuática, que purifican las aguas (Mistura).

Afortunadamente, en la mayoría de las fincas con crías de ovinos en las zonas del sur de Valledupar existe una alta biodiversidad de leguminosas nativas herbáceas, arbustivas y arbóreas, que ayudan directamente al mejoramiento de la producción y calidad nutritiva de la gramínea asociada, principalmente en sus niveles de proteína y minerales (D. Chamorro, J. Hernández, J. Acero. 1998), adicionalmente las arbóreas ofrecen una oportunidad de reducir el estrés calórico y permitir como en el caso de sistemas silvopastoriles, ofrecer mayor tiempo de pastoreo. Una alternativa dentro de estos sistemas, es el aprovechamiento de los recursos que se encuentran disponibles en la zona, el adecuado conocimiento de plantas y frutos silvestres, e incluso productos o subproductos propios de la región, que puedan ser utilizados como forrajes, puede ser la diferencia para lograr una producción que resulte sustentable para las comunidades que enfrentan este tipo de problemas, ya que de este modo aprovecharían al máximo los productos agropecuarios (Berrio y Jimenez, 2013).

La importancia que tienen los árboles en los sistemas silvopastoriles radica en que mantienen una producción continua de forraje, además de satisfacer necesidades

múltiples a las familias campesinas, por lo que pueden contribuir fuertemente a la intensificación de la producción animal, a la vez protege el suelo contra la erosión. La estrategia de los pequeños productores consiste en utilizar todos los recursos forrajeros que se disponen, incluyendo el follaje de las especies arbóreas y arbustivas para complementar la alimentación de las ovejas en pastoreo, principalmente durante la sequía.

Ante esta problemática y necesidades de desarrollo de paquetes tecnológicos con plantas nativas, la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar, han estado uniendo esfuerzo en el desarrollo de proyectos sobre el tema. Actualmente se tiene colectadas semillas de especies nativas como lo es el Caranganito (*Senna atomaria*), y se está trabajando en propagación de partes vegetativas de arbusto (Alicia Melgoza, 2007).

En Colombia se han utilizado especies introducidas en labores de recuperación de suelos y apenas se comienza a mirar el uso de especies nativas. Sin embargo, el Caranganito (*Senna atomaria*), no se ha investigado a profundidad, solo se hace mención en algunos estudios como el desarrollado por la empresa minera Cerrejón, la cual utilizó la especie en uno de sus trabajos de recuperación de suelos llamado "Cerrejón Hacia la Rehabilitación de las Tierras Intervenidas por la Minería a Cielo Abierto" (Gualdron, 2009-2010). Aun así, hay una deficiencia muy significativa en estudios de especies nativas en recuperación de suelos en Colombia.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el Caranganito (*Senna atomaria*) como alternativa de recuperación de suelos en las zonas afectadas por procesos antrópicos en el departamento del Cesar.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar pruebas de germinación de semillas de Caranganito (*Senna atomaria*) en el laboratorio y técnicas de campo (viveros), para uso de la especie en rehabilitación de suelos.
- Evaluar la respuesta fisicoquímica y microbiológica de diferentes tipos de materiales edáficos cultivados con Caranganito (*Senna atomaria*).
- Proponer el uso del Caranganito (*Senna atomaria*) como alternativa para el aprovechamiento en recuperación de suelos en el departamento del Cesar.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. ANTECEDENTES

La desertificación es el proceso de degradación del terreno que conduce a la pérdida de humedad y destrucción de la cubierta vegetal, lo que ocasiona la erosión del suelo y la escasez de agua (Urbana, 2007).

Colombia presenta procesos degradativos de los suelos como erosión, compactación, lixiviación de nutrientes, contaminación, salinización y sodificación causados por actividades como deforestación, minería, ganadería intensiva y extensiva, sistemas agrícolas no sostenibles, uso inadecuado de fuentes de agua, quemas indiscriminadas y cultivos ilícitos (Ministerio de Ambiente, 2003).

El departamento del Cesar no es ajeno a esta problemática, los municipios con mayor área en ecosistemas secos en el Cesar son: La Jagua de Ibirico, Bosconia, El Paso, Astrea, San Diego, La Paz, Becerril, Agustín Codazzi y El Copey. La causa actual más evidente en dicha zona está asociada a la explotación de minas de carbón a cielo abierto, la cual cada día se vuelve más importante, ya que económicamente es muy rentable, pero el mal uso de suelo implícito aumenta el nivel de desertificación (Maestre , 2010).

Debido a esta situación, se han hecho diferentes estudios para evitar que se siga propagando este problema, originando los siguientes antecedentes:

Cerrejón Hacia la Rehabilitación de las Tierras Intervenidas por Minería a Cielo Abierto en este estudio describen la explotación minera en tres etapas como lo son el pre- minería, minería y post-minería. En la primera etapa del pre- minería se involucran todas las acciones requeridas para lograr el desmantelamiento ordenado de las capas de tierra que anteceden a la minería. En la segunda etapa de la minería incluye como operaciones principales la perforación, voladura del material rocoso, cargue, acarreo, disposición de los materiales fragmentados de las rocas sedimentarias que cubren los mantos de carbón, el cargue y el acarreo del carbón.

En la tercera etapa post- minería comienza la rehabilitación de terrenos, procesos que integra y ordena los componentes paisaje, agua, suelo y vegetación en primera instancia, para luego facilitar la llegada de la fauna.

Para la rehabilitación de áreas intervenidas se realizaron muchos ensayos, obteniéndose mejores resultados en el uso de plantas nativas de la región, como el Caranganito, Dividivi, Corazón Fino entre otras, que presentan adaptaciones a áreas de bosques tropicales secos característicos del Cerrejón, con lo cual se considera un uso futuro de las tierras, mediante el uso de plantas tolerantes ante la inclemencia del clima en época de sequía (Gualdron, 2009-2010).

Otros de los estudios que se tiene con el Caranganito no solo en rehabilitación de tierras sino también en abonos, el de *Incorporación de Abono Verde y Orgánico en Pasto Estrella (Cynodon nemfuensis) asociado a Caranganito (Senna atomaria) en la baja Guajira* este estudio consistió en evaluar efectos del follaje del Caranganito y estiércol caprino sobre la producción del pasto estrella y las condiciones físico-químicas de suelo. Las gramíneas forrajeras como el Caranganito (*Senna atomaria*) contribuye el alimento básico más económico para los sistemas ganaderos de la región Caribe Colombiana. Mas sin embargo el volumen de producción de materia seca no es satisfactorio esto se debe al clima de esta zona del país y a la fertilidad de los suelos.

Para mejorar la fertilidad de los suelos, (Pedro Sanchez, 1981) se sugirió que un comportamiento eficiente es la incorporación de masa vegetal como abono verde o de materiales orgánicos como estiércol y compost. El Caranganito (*Senna atomaria*) es una leguminosa tolerante a la condición edafo-climática predominante en el sur de la Guajira, zona caracterizada por poseer en su gran mayoría suelo erosionado y un régimen de lluvia escaso (Justo Barros, 2003).

Otro de los estudios que se han elaborado del Caranganito (*Senna atomaria*), el de *Plantas Arbóreas, Arbustivas y de Cobertura Consumidas por Rumiantes Menores en la Guajira Colombiana*. La presencia de árboles y arbustos como el Caranganito

es de gran importancia en la conservación del potencial reproductivo del recurso suelo, especialmente en ecosistemas frágiles, como el semiárido Guajiro. Existen evidencias de los efectos positivos de árboles sobre el contenido de materia orgánica, retención de agua y disponibilidad de nutrientes en suelos de zonas áridas (Young, 1989, citado por Montagnini et al.1992).

Finalmente, a pesar de que está escasa la información de estudio sobre el Caranganito (*Senna atomaria*) es de relevancia resaltar que han sido ejecutado en bosque tropical seco como la Guajira cuyo clima es similar al del departamento del Cesar, lo cual sirve de base para el desarrollo de proyectos en la zona bajo estudio (Roncallo, 1997).

4.2. MARCO TEORICO

4.2.1 Degradación De Suelos Por Actividades Antrópicas

La degradación de tierras puede entenderse como la acción de un conjunto de factores tanto de índole biofísico como antrópico, que desencadenan procesos de alteración de cualidades y características de la tierra, entendiendo dentro de este concepto, al conjunto de suelos, coberturas vegetales, fauna asociada y dotaciones de agua que existen dentro de determinados paisajes fisiográficos (Sicard 2000).

Por lo general los factores biofísicos se relacionan con parámetros climáticos y geomorfológicos como las variaciones en la intensidad, duración y frecuencia de las lluvias, presencia de fuertes vientos estacionales o pendientes abruptas de los terrenos. En el plano de los factores antrópicos se reconoce, por ejemplo, la presión demográfica sobre los recursos limitados de un cierto territorio, los tipos de tecnologías utilizados o las distintas formas de organización social asumidas por los grupos humanos para proveerse de alimentos. Los efectos de tales intervenciones biofísicas o antrópicas pueden ir desde la destrucción masiva de coberturas vegetales protectoras y remoción en masa o pérdida de suelos por erosión, hasta procesos lentos de alteración de los suelos por presencia continua de contaminantes, extinciones de fauna y flora o eliminación de aguas de superficie y de acuíferos profundos, con sus correspondientes consecuencias en las posibilidades de subsistencia y bienestar de las poblaciones humanas que dependen de tales recursos. Cuando el análisis de las causas y los efectos de la degradación de tierras se realiza dentro de esta perspectiva integral de factores biofísicos y antrópicos, se entra directamente a un análisis de tipo ambiental (Villarreal-Núñez, 2012).

Esta concepción ambiental elimina de plano las posiciones inocentes sobre la preservación de los recursos, cuando ella se realiza alejada de los conflictos sociales. El suelo, el agua o los bosques, al igual que el petróleo o los yacimientos minerales, se toman en recurso y en fuente de tensiones en la medida en que ellos afectan y son afectados por intereses económicos, políticos, científicos o militares, es decir, cuando de ellos se pueden extraer valores de uso y/o de intercambio (Ministerio de Ambiente, 2003).

Los usos mineros, urbanos, turísticos o como sumidero de desperdicios, disipador de gases invernadero o los de tipo especulativos o rentísticos, hacen parte de esas nuevas demandas del recurso tierra en la sociedad contemporánea. La tierra como fuente de dominación y de poder político, como medio para obtener posibilidades de acceso privado al gozo de la naturaleza también hacen parte de esos roles que se le asignan al recurso y que no siempre han sido avaladas en el mercado (Sostenible, 2000).

Los recientes enfoques de la agricultura coinciden en afirmar que un suelo sano, con adecuados contenidos de nutrientes y de materia orgánica, bien estructurado y manejado con visión integral respetando los ciclos y las leyes de los ecosistemas, es garantía suficiente para obtener rendimientos altos y sostenibles. La literatura científica muestra cada vez con mayor claridad la veracidad de este postulado y al mismo tiempo señala las consecuencias adversas del uso indiscriminado de tecnologías no apropiadas (Ministerio de Ambiente, 2003).

Los recursos tienden a degradarse o a agravarse en función del manejo que le den los diferentes grupos humanos. En este sentido, la conservación o deterioro del suelo puede constituirse en sí mismo como un indicador de la manera en que las sociedades manejan sus agro-ecosistemas, tanto al nivel de factores tecnológicos como sociales o económicos. Las respuestas más evidentes del suelo a tales manejos agroecosistémicos se expresan en sus posibilidades de conservarse físicamente como tal. La erosión, que es el nombre técnico concedido al proceso

general de pérdida por arrastre de las partículas edáficas, es un fenómeno que ocurre a través del tiempo y que presenta varios rasgos generales: En primer lugar, se presenta a lo largo de los años de manera lenta y difícilmente perceptible a la escala humana en unos casos y de manera rápida y catastrófica en otros (Ministerio de Ambiente, 2003).

Dependiendo de las zonas geográficas y de sus condiciones climáticas, topográficas y de material parental, la erosión puede llegar a ser identificada como un fenómeno serio por los agricultores en términos de una a varias generaciones. Cuando llueve poco y se está en suelos profundos desarrollados en áreas planas o de poca inclinación, la erosión puede no ser vista como un problema serio. Tal es el caso de algunas zonas de la Sabana de Bogotá o del valle del río Cauca. En algunos sectores de relieve quebrado como en las cordilleras central y occidental, en donde los suelos se desarrollaron a partir de mantos espesos de cenizas volcánicas, la gran profundidad alcanzada por algunos tipos de suelo, tampoco permite en algunos casos detectar la gravedad de sus pérdidas por erosión (Sicard 2000).

No obstante, sabanas secas del río Cesar, que son zonas planas con bajas precipitaciones pluviales no deberían presentarse pérdidas significativas de suelo, la aparición de calvas y surcos de gran tamaño y profundidad después de las lluvias, revela un enorme problema de erosión que no es sino el síntoma exterior de graves problemas físicos del suelo obtenidos como resultado de prácticas equivocadas de manejo, llevadas a cabo desde mucho tiempo atrás. El uso de tractores con implementos pesados en momentos en que el suelo no posee condiciones adecuadas de humedad, la destrucción completa de la materia orgánica en los horizontes superficiales, la práctica continua de voltear el suelo, el continuo paso de tractores y combinadas y el uso de sustancias biosidas que afectan la biota edáfica, son los principales componentes de tales prácticas que condujeron a la aparición de fenómenos degradativos severos en las tierras del valle del río Cesar (Ministerio de Ambiente, 2003).

El fenómeno de la desertificación, entendida como la degradación de las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultantes de diversos factores y procesos que actúan en forma individual o colectiva, tales como las variaciones climáticas y las condiciones topográficas, se acentúa por la intervención de procesos antrópicos tales como la colonización, explotaciones mineras, construcción de vías, urbanismo y las prácticas equivocadas de manejo del suelo (Sostenible, 2000).

4.2.2 Degradación de Suelos en Colombia

En Colombia se presenta con mayor intensidad en los departamentos de la Guajira (por sus condiciones climáticas se considera que constituye una verdadera región desértica), Santander, Boyacá, Norte de Santander, Cauca, Nariño, Huila, Tolima, Atlántico, Magdalena, Sucre y Cesar (Nacional, 2015).

Zonas que antes estaban cubiertas de vegetación y que presentaban alta productividad agrícola, como Villa de Leyva (Boyacá), ciertos sectores de la cuenca alta del río Chicamocha y la Sabana de Bogotá, presentan síntomas claros de estos procesos degradativos. Desde 1963 Joaquín Molano Campuzano en su artículo "Zonas áridas de Colombia" identificó más de 20 áreas de "tierras muertas" en las regiones Caribe, Andina y Orinoquia (Maestre 2010).

En Colombia es posible que la abundancia de agua en otras regiones haga aparecer el proceso de desertificación como algo de menor importancia. Sin embargo, en muchas regiones la escasez de agua. Bien sea porque sus volúmenes son escasos o porque se han contaminado las fuentes superficiales o subterráneas, comienza a ser un problema serio que desborda el mero interés académico (Maloka, 2009).

Colombia, todavía no tiene claro cuál es el volumen de suelos que se pierde por año debido al conjunto de actividades antrópicas. Las estimaciones de las diferentes entidades encargadas de suministrar esta información son muy variables entre sí (Flako, 2009)

Países como Israel y España han logrado establecer y consolidar procesos productivos altamente eficientes en condiciones de precipitación pluvial por debajo de los 500 mm anuales, con el requisito previo de una organización social que ha atendido con responsabilidad este desafío, porque se es consciente de la magnitud del problema (Sicard 2000).

Los ecosistemas secos en Colombia, se caracterizan por una gran variedad en cuanto a relieve, topografías y pisos térmicos en que se presentan. Además dichos ecosistemas presentan diferentes tipos de actividades antrópicas que los hace aún más diversos (Corpocesar, 2007). Entre estas actividades antrópicas se encuentra: degradación del suelo por erosión; La destrucción de la vegetación natural para ampliar las áreas agropecuarias, ocasiona la pérdida de la fertilidad de los suelos y la degradación de los mismos. Al faltar la cobertura vegetal, los suelos quedan expuestos a la influencia directa de las lluvias y vientos, estos factores y las prácticas de manejo inadecuadas han ocasionado erosión que va de ligera y moderada hasta severa (Sanchez, 2012).

4.2.3 Desertificación en el Departamento del Cesar

Los departamentos de la región Caribe son los más erosionados del país. La mayoría de ellos muestran cifras de degradación por erosión entre el 78% y el 100% generado por circunstancias de tipo histórico, socioeconómico y por las características propias de la región como el relieve, el clima y el viento, entre otras (Sicard 2000).

Sin dudas este problema de desertificación en el Cesar avanza por la deforestación que se dio con la colonización especialmente en áreas de la Serranía de Perijá y Sierra Nevada, en donde se refugiaron muchas familias desplazadas de los Santanderes, en este caso, por la violencia política de los años 40. En general, durante gran parte del siglo XX la actividad económica del Cesar, estuvo y sigue ligada a la ganadería y agricultura; a finales de siglo surgió una nueva fuente de ingresos el sector minero con la explotación del carbón, para que en la actualidad

el Departamento se presente como un importante enclave de la minería del carbón a nivel nacional y los municipios que concentran parte de esta actividad son: La Jagua de Ibirico, Chiriguana, El Paso, Becerril y el sector sur de Codazzi (Maestre 2010).

Por causa de las malas prácticas en las actividades anteriores, el Cesar es uno de los más afectados a nivel nacional por los procesos de desertificación de suelos. Según el estudio los municipios con mayor área en ecosistemas secos y con problemas de desertificación son: El Paso, Astrea, San Diego, Bosconia, Valledupar, La paz, Becerril, Agustín Codazzi y El Copey, los cuales tienen más del 50 % de su área en diferentes niveles de desertificación el Cesar de Valle a desierto (Maestre, 2010).

Existen municipios como El Paso, Becerril, Codazzi, Chimichagua, La Paz, Valledupar, La Jagua de Ibirico, Chiriguana, Tamalameque y Pueblo Bello, que tienen áreas en desertificación, moderada alta y muy alta. Se encuentran divisiones territoriales como Astrea, San Diego, Bosconia, El Copey, Gamarra, Aguachica, Rio de Oro, Manaure, González y Pailitas que tiene buen porcentaje de desertificación en condiciones moderadas y alta, pero los valores más altos en desertificación, es decir, muy alta y alta se presentan en las coberturas de las zonas de extracción minería, red vial ferroviaria y terrenos asociados a la minería de carbón en la región de la Jagua de Ibirico (Maestre, 2010).

La zona Carbonífera del Cesar (ZCC) se localiza en el centro del Departamento del Cesar. El territorio de los municipios incluye ecosistemas estratégicos, como las Serranías de los Motilones y del Perijá, donde se originan ríos y quebradas. El clima es cálido en las zonas bajas de 35-200 msnm, con temperaturas medias entre 28-32° C. Tiene un régimen de precipitación bimodal con dos períodos de lluvia entre abril y junio y entre agosto a septiembre; el período seco más intenso va de diciembre a marzo y se observa otro menos intenso entre junio y julio. Entre junio y agosto se observa un período semi-húmedo (Leonador Quiroz, 2013).

En los municipios del centro del Cesar, por ejemplo, las consecuencias e impactos de la explotación carbonífera se ven reflejados especialmente con el cambio en el uso del suelo sobre las economías campesinas. Los testimonios de los habitantes de los municipios aledaños a la actividad minera han expresado cómo el carbón desplazó todas las actividades agrícolas y pecuarias que se realizaban en la región: *“antes, la gente no vivía del carbón, la gente vivía del arroz, el algodón y la ganadería”*. Este dramático cambio ha implicado prácticamente la extinción de la economía campesina en la región, la ausencia absoluta de cultivos de alimentos y la conversión de las comunidades campesinas, con acceso a la tierra en asentamientos de trabajadores rurales sin tierra y que dependen de pocas vacantes de empleos indirectos y temporales que ofrecen las compañías mineras (Reyes, 2011).

El proceso de recuperación de zonas deterioradas no es un problema fácil, ya que requiere no solo el lograr una producción masiva de plantas sino un establecimiento exitoso. Una estrategia de restauración, pudiera ser la propagación de plantas nativas, para lo cual es necesario, primeramente, tener conocimientos sobre la germinación de las semillas de tales especies y la aplicación de resultados de estos esfuerzos que ayudaran a mitigar el deterioro de los ecosistemas (Contreras, 2012).

La retención disminuida de agua en los suelos de las minas puede estar asociada con la destrucción de los poros del suelo y un aumento en el contenido de fragmento de roca a lo largo del perfil del suelo. La humedad en las plantas de suelos mineros algunas veces se encuentran menos disponibles que la que se encuentra en los suelos nativos adyacentes (Pederson et al, 1980; Silburn y Cuervo, 1984) y puede ser inadecuada para el crecimiento vegetal productiva durante los períodos de sequía cortos (Plass y Vogel, 1973) (Thomas, 2001).

4.2.4 Indicadores de Calidad Suelo:

Físicos: Las propiedades físicas que pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad del suelo. Son aquellas que reflejan la manera en que este recurso acepta,

retiene y transmite agua a las plantas, así como las limitaciones que se pueden encontrar en el crecimiento de las raíces, la emergencia de las plántulas, la infiltración o el movimiento del agua dentro del perfil y que además estén relacionadas con el arreglo de las partículas y los poros. Estos indicadores son: Textura, retención de humedad.

Químicos: se refieren a condiciones de este tipo que afectan las relaciones suelo planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas y microorganismos (SQI, 1996). Algunos indicadores son la disponibilidad de nutrientes, carbono orgánico total, carbono orgánico, pH, conductividad eléctrica, capacidad de adsorción de fosfatos, capacidad de intercambio de cationes, cambios en la materia orgánica, nitrógeno total y nitrógeno mineralizable.

Biológicos: integran gran cantidad de factores que afectan la calidad del suelo como la abundancia y subproductos de micro y macro-organismos, incluidos bacterias, hongos, nematodos, lombrices, anélidos y artrópodos. Incluyen funciones como la tasa de respiración, ergosterol y otros subproductos de los hongos, tasas de descomposición de los residuos vegetales, N y C de la biomasa microbiana (SQI, 1996; Karlen et al., 1997). Como la biomasa microbiana es mucho más sensible al cambio que el C total se ha propuesto la relación C microbiano: C orgánico del suelo para detectar cambios tempranos en la dinámica de la materia orgánica (Sparling, 1997). (A. Bautista Cruz, 2004).

4.2.5 Usos de Plantas Nativas en Recuperación de Suelos

Las plantas nativas han tomado una nueva revalorización en estos últimos años por la influencia positiva que ejercen en el medio ambiente. Cada especie (animal o vegetal) existe dentro de un ecosistema porque a lo largo de miles de años evolucionó, ocupando un determinado nicho y cumple una determinada función dentro del sistema. Esta asociación de las plantas con algunos otros seres además de controlar su crecimiento (porque unos se alimentan de los otros y así ninguno se

desequilibra transformándose en plaga) logra enriquecer una vasta red de vínculos y por consiguiente aumenta la biodiversidad. Claramente las plantas nativas se adaptan mejor al clima local, y aunque algunos suelos, son muy modificados, cuando se los sabe manejar, permiten el desarrollo de un número importante de especies que son sumamente ornamentales (Walker, 2014).

4.2.6 Características del Caranganito (*Senna atomaria*)

El Caranganito (*Senna atomaria*) es un pequeño arbusto o árbol, que alcanza una altura de 4 a 9 metros que en ocasiones supera los 20 cm en el diámetro del tallo. Este árbol crece en suelos con pH ligeramente ácidos y lo podemos encontrar comúnmente en los departamentos del Cesar, más exactamente en los Besotes, Caracolí, Vereda Campo Alegre, Región las Cumbres y la Guajira, ya que es nativo de esta región por que se encuentra a nivel del mar a un máximo de 2000 metros, nace preferiblemente en secas laderas rocosas y muchas partes de la región de América Central tierras bajas, en bosques tropical secos y aparece sin amenaza a su entorno natural. Este árbol nativo se caracteriza por sus hojas, ramas y otras partes vegetativas que tienen un olor desagradable y están cubiertos con pelos suaves, sus frutos son aplanados, lineal, de color marrón rojizo a negro, leguminosas 12 a 35 cm de largo y 8 a 12 mm de ancho, y contienen numerosas semillas de color marrón 4 a 5mm de largo (Howard 1988, Liogier 1988, Little y otros 1974, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de 2002, Stevens y otros 2001). Este árbol es nativo de la Bahamas, las Antillas, México, América Central América, Colombia, Venezuela, Guyana y (Howard 1988, Little y otros, 1974), pero es considerado un árbol exótico en Egipto, Haití, Honduras, India, Kenya, Malawi, Zambia. Ha sido plantado en Hawái y probablemente otras zonas fuera el área de distribución natural como planta ornamental (Neal 1965). Esta planta se puede utilizar como iniciativa de conservación de suelos, también es considerado como mejorador de suelo La caída de las hojas, especialmente durante la estación seca, o la estación hoja derramando en descomposición mejora la fertilidad del suelo, sirve como planta

ornamental y tiene un potencial considerable para el uso agroforestales en tierras de regadío (Agroforestry, 2009).

4.2.7 Descripción del Caranganito (*Senna atomaria*)



Figura 1. Árbol, semillas y flor de Caranganito

- a) Descripción taxonómica: Familia: Caesalpiniaceae
Nombre científico: *Senna atomaria* L., *Cassia Emarginata* L., *Isandrina Emarginata* (L.) Britt & Rose. Nombre Local: Caranganito, cuchillito.
- b) Descripción botánica: Árbol de 4-9 metros de altura. El tallo es oliváceo, bastante liso; copa frondosa con ramas caídas que le dan un aspecto semejante al matarratón. Hojas alternas, peciolada con 2-6 pares de folíolos. Flores amarillas con pétalos unguiculados. El fruto es una legumbre de color verde, indehiscente, coriáceo y negruzco cuando maduro. Las hojas al triturarse despiden un olor fuerte característicos.
- c) Propagación y crecimiento de la planta: Describe el método de reproducción de la planta, Se propaga por semillas o por esquejes.
- d) Principios activos: Se caracteriza por contener antraquinonas tales como: 1,8-dihidroxiantraquinonas, hidroxi-metoxiantraquinonas, 1,8-dihidroxi-9-oxo-antrona, diantronas, y 2.2¹-bi-antraquinonas denominadas casianinas.

- e) Usos de la planta: Las vainas se utilizan también en algunos países como alimento para ganado. La madera es utilizada en construcción para horcones, viguetas, alfajillas de marcos de puertas y ventanas y en postes de cercas.
- f) Localización: Este árbol tiene una amplia dispersión; las muestras se localizaron en Puente Guerrero y frente al Colegio Helión Pinedo Ríos (vía Maicao).
- g) Preparación y usos medicinales: La cocción de un trazo de madera con chicha de maíz, se utiliza para combatir la hepatitis e inducir la expulsión de la placenta en partos difíciles. La cocción de la planta entera, se toma para curar el estreñimiento. La ceniza del tallo quemado es muy buena para hacer desaparecer el paño guajiro.
- h) Singularidades: Elegir uno o varios aspectos de la planta relacionados con temas ambientales o de actualidad para el siglo XXI. La semilla es muy apetecible por la fauna local. No fija nitrógeno. Como medicinal se usa como purgante en infusión del cocimiento de las hojas. Se usa en cercas vivas o asociada a pastos. Se ha plantado como bancos forrajeros y más usualmente como ornamental, por la belleza de sus flores.
- i) Climas: Se debe Cultivar la planta en un lugar luminoso, con luz solar directa. En climas más o menos ventosos, se aconseja de asegurar los árboles jóvenes a palos altos y sólidos, con el fin de evitar que el viento pueda quitar las raíces recién desarrolladas; puede que los ejemplares que tienen pocos años, teman al frío fuerte y puede soportar sin problemas las temperaturas mínimas también muy rígidas, de muchos grados bajo cero (Vega, 2009).

4.3. Marco Contextual



4.3.1 El Clima: El departamento del Cesar presenta variedad de temperaturas debido a que hay tierras en los distintos pisos térmicos, que van desde el cálido ardiente y sofocante a orillas del río Magdalena y Llanuras Centrales, hasta las cumbres frías de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Los Motilones. La temperatura media de la mayor parte del territorio es de 28°C. Comparte con los departamentos de La Guajira y Magdalena el parque nacional natural de la Sierra Nevada de Santa Marta (Región, 2009)

Existen municipios como El Paso, Becerril, Codazzi, Chimichagua, La Paz, Valledupar, La Jagua de Ibirico, Chiriguana, Tamalameque y Pueblo Bello, que tienen áreas en desertificación, moderada alta y muy alta. Se encuentran divisiones territoriales como Astrea, San Diego, Bosconia, El Copey, Gamarra, Aguachica, Rio de Oro, Manaure, González y Pailitas que tiene buen porcentaje de desertificación en condiciones moderada y alta, pero los valores más altos en desertificación, es decir, muy alta y alta se presentan en las coberturas de las zonas de extracción minería, red vial ferroviaria y terrenos asociados a la minería de carbón en la región de la Jagua de Ibirico (Maestre 2010).

4.4 Marco Legal

Para realizar este proyecto nos debemos regir por la constitución política colombiana:

4.4.1 Decreto 1791 de 1996: Artículo 2º.- El presente Decreto tiene por objeto regular las actividades de la administración pública y de los particulares respecto al uso, manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques y la flora silvestre con el fin de lograr un desarrollo sostenible.

4.4.2 Decreto 900 de 1997: Artículo 1º. Contenido. El presente Decreto reglamenta el incentivo forestal con fines de conservación establecidos en la Ley 139 de 1994 y el parágrafo del artículo 250 de la Ley 223 de 1995, para aquellas áreas donde existan ecosistemas naturales boscosos, poco o nada intervenidos.

4.2.3 Decreto 2811 de 1974: Artículo 1.- Objeto y ámbito de aplicación. El presente decreto reglamenta la ordenación y manejo sostenible de las áreas forestales, así como el aprovechamiento de los bosques naturales cuya administración le corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, así como a las Autoridades Ambientales de los Grandes Centros Urbanos; que para efectos del presente Decreto se denominan autoridades ambientales.

4.2.4 Decreto 2340 de 1997: ARTICULO 1º De conformidad con el artículo 2º del Decreto-Ley 919 de 1989, el Ministerio del Medio Ambiente como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y en cumplimiento de su función relacionada con la prevención y atención de desastres, forma parte del sistema nacional para la prevención y atención de desastres.

4.2.5 Constitución Política de Colombia 1991:

- a) **Artículo 79.** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan

afectarlo. 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.

- b) **Artículo 80.** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.
- c) **Artículo 317.** Solo los municipios podrán gravar la propiedad inmueble. Lo anterior no obsta para que otras entidades impongan contribución de valorización. La ley destinará un porcentaje de estos tributos, que no podrá exceder del promedio de las sobretasas existentes, a las entidades encargadas del manejo y conservación del ambiente y de los recursos naturales renovables, de acuerdo con los planes de desarrollo de los municipios del área de su jurisdicción.
- d) **Artículo 330.** De conformidad con la Constitución y las leyes, los territorios indígenas estarán gobernados por consejos conformados y reglamentados según los usos y costumbres de sus comunidades y ejercerán las siguientes funciones:
 - 1. Velar por la aplicación de las normas legales sobre usos del suelo y poblamiento de sus territorios.
 - 2. Percibir y distribuir sus recursos.
 - 3. Velar por la preservación de los recursos naturales.
- e) **Artículo 331.** Créase la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena encargada de la recuperación de la navegación, de la actividad portuaria, la adecuación y la conservación de tierras, la generación y distribución de energía y el aprovechamiento y preservación del ambiente, los recursos ictiológicos y demás recursos naturales renovables.
- f) **Artículo 334.** Modificado por el art. 1, Acto Legislativo 003 de 2011, Desarrollado por la Ley 1695 de 2013. **El nuevo texto es el siguiente:** La dirección general de

la economía estará a cargo del Estado. Este intervendrá, por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir en el plano nacional y territorial, en un marco de sostenibilidad fiscal, el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano. Dicho marco de sostenibilidad fiscal deberá fungir como instrumento para alcanzar de manera progresiva los objetivos del Estado Social de Derecho. En cualquier caso el gasto público social será prioritario.

5. METODOLOGIA

5.1. Enfoque Investigativo

El enfoque experimental cuantitativo: Todos los experimentos cuantitativos utilizan un formato estándar, con algunas pequeñas diferencias inter-disciplinarias para generar una hipótesis que será probada o desmentida. (Shuttleworth, 2008). Este trabajo es de investigación experimental cuantitativa, porque se evaluó la respuesta a la siembra con Caranganito de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de cinco tipos de suelos con actividades antropicas.

5.2. Muestreo de semillas de Caranganito (*Senna atomaria*)

La recolección de semilla de Caranganito (*Senna atomaria*) se efectuó entre los meses de febrero y marzo del 2015, ya que en ese tiempo hay semillas maduras, listas para ser recogidas, se tomaron del árbol directamente y del suelo. Se empacaron en bolsas resellable Ziploc, debidamente rotuladas.

5.2.1 Muestreo de Suelo:

Los diferentes tipos de suelos se colectaron en zonas del departamento del Cesar. Se muestreó suelo natural, donde existe Caranganito (*Senna atomaria*), en la finca La Gran Parada del corregimiento El Perro de Valledupar, su topografía es plana, una temperatura media de 32°C y se encuentra a 70 msnm, donde las actividades de estos suelos son de uso pecuario, con ganadería bovina, porcina, ovina y avicultura (Valledupar, 2002). Este suelo es el lugar de origen o referencia de crecimiento adecuado del Caranganito ya que esta especie es predominante en la zona.

Del municipio de la Jagua de Ibirico, está ubicado en la parte central departamento tiene una temperatura de 28°C y se encuentra a 150 msnm. Se tomaron dos muestras de suelo de mina diferentes que fueron suelo natural de mina de CNR y

suelo de Acopio 2011 en la mina de Prodeco, las actividades de estos suelos es de explotación minera de carbón a cielo abierto (Cesar, 2012).

Se recolectó una muestra de suelo en la finca La Florida ubicada en el municipio de Becerril, en el departamento del Cesar con una temperatura mínima de 27.1°C y se encuentra a 150msnm. La actividad principal es el cultivo de palma africana y también presenta actividad pecuaria intensiva (Becerril, 2014).

Se tomó muestras de suelo de la Granja (UPC), se encuentra ubicada en el municipio de Valledupar, específicamente en la vereda Callao en la vía hacia el corregimiento de Valencia de Jesús, se encuentra a 150msnm, con una temperatura de 29°C. La actividad de estos suelos es agropecuaria y también zonas forestales no intervenidas. (Valledupar, Anuario Estadístico Municipio de valledupar, 2005)

Para la recolección de muestra de suelo, se utilizó una pala con la cual se excavaron cinco hoyos de aproximadamente 20x20cm de lado y 20 cm de profundidad, se retiraron 2cm de la primera capa de suelo y se procedió a extraer la muestra. Generalmente la profundidad de muestreo varía entre 2 y 20cm que es el área de acción de la raíz. Se mezclaron las cinco sub-muestras de suelos en un balde hasta obtener una muestra homogénea. Se empacaron en bolsas Ziploc debidamente rotuladas: con fecha, hora y sitio de muestreo (IGAC, 2015).

5.3 Prueba de germinación de Caranganito en laboratorio

a) Pre- tratamiento con Ácido Sulfúrico:

Se colocaron 30ml de ácido sulfúrico en tres beacker, marcado y rotulado debidamente con diferente tiempo, se vertieron posteriormente las semillas, según el tiempo de inmersión que fueron 20minutos, 40minutos y 1 hora, calculado con ayuda del cronómetro. Posteriormente se procedió a eliminar el ácido sulfúrico y se practicaron lavados con agua del grifo hasta eliminar los residuos del ácido. La unidad experimental fueron cincuenta semillas por caja y cinco réplicas por

tratamiento, este ensayo se elaboró bajo condiciones de luz y oscuridad, durante 9 días (Insuasty, 2012).

b) Germinación de semillas en cajas de Petri

Se sembraron cincuenta semillas de Caranganito en las cajas de Petri 100x50 cm con agua destilada estéril, la cantidad de agua añadida se calculó basándose en la capacidad de retención de agua del biochar y el requisito de la tasa de biochar es más alto. El biochar pesado añadido a las cajas de Petri fueron 0gr, 1gr, 2.5gr, 5gr, 10gr, con cinco repeticiones (Figura 2). Todas las cajas de Petri se cubrieron con las tapas y se dejaron para que les diera luz. A los 9 días se evaluó el porcentaje de germinación, longitud, peso de tallo y raíz, el largo del tallo y la raíz de la semilla en germinación se midieron frescas con una regla (Solaiman, 2011).

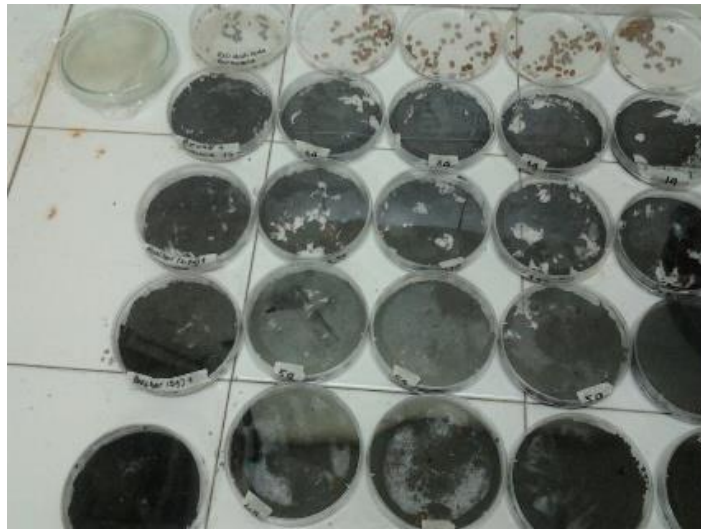


Figura 2. Ensayo de germinación de semillas en cajas de Petri.

5.4 Caracterización Inicial Físico Química y microbiológica de Suelos

A cada muestra de suelo se le realizaron los siguientes análisis previos a la siembra de Caranganito.

Características Físicas:

- Textura: Se pesó aproximadamente 25gr de cada uno de los diferentes tipos de suelos, se humedecieron con agua y se procedió a identificar cada una de las muestras según el mapa textural de suelo (Agriculture, 2002).

- Retención de Humedad. Se tomó 50 gr de los diferentes tipos de suelos, con una relación 1:1 de agua y suelo, se dejaron en reposo 16 horas y luego 12 horas en el horno a 105°C, se pesó y la diferencia de peso fue la retención de humedad en porcentaje (Mataix, 1999).

Características Químicas:

- pH: Se pesó 20 gr de muestra de suelo, con una relación 1:1 suelo y agua, luego con el pH metro se procedió a medir (NTC 5264).

- Carbono Orgánico: Se tomó 7gr de suelo seco, en un crisol se colocaron a secar a 105 °C y luego se pusieron en la mufla a 700°C (Cevallos, 2013).

- Conductividad Eléctrica: Se pesó 20gr de los diferentes tipos de suelos, con una relación 1:5 de agua y suelo, luego se procedió a medir con el conductivímetro (NTC 5596).

- Capacidad de Intercambio Catiónico: Se pesó 1gr de muestra, se le agregaron 100 ml de acetato de amonio, y se le hicieron 20 lavados con etanol, después se le agregó cloruro de sodio, luego se agregaron 3 gotas de fenolftaleína y se tituló con NaOH. (NTC 5167).

- Determinación de la Actividad Enzimática del Suelo.

Se pesó 1g de suelo, se le agregó una solución tampón. Luego se le adicionó FDA (sustrato) a 12,01µM. Posteriormente se incubó a 37°C durante 3 horas. Posteriormente se añadió 2mL de acetona con el fin de detener la reacción, se

centrifugó, después se tomó una muestra del sobrenadante y se midió la absorbancia a 490nm (Green et al., 2006).

5.5 Prueba de Campo

5.5.1 Germinación en campo

Se tomaron 200 semillas de Caranganito, se frotaron con una lija N° 20. Se fabricó un germinador de 60x40x15 cm, se le adicionó 7 kg de arena de río, y se colocaron las semillas escarificadas a germinar, se observaron durante 3 meses (Figura 3).



Figura 3. Germinador utilizado para prueba en campo

5.5.2 Siembra de Caranganito en Campo Utilizando Sustrato de Suelos Disturbados.

Para el mismo se elaboró diseños experimentales en Viveros (Granja Experimental UPC), Se hicieron en recipientes plásticos de 30cm de largo y 15cm de diámetro transparente con dos kilos de suelo de cada tratamiento, a la que se le sembró una plántula de Caranganito de tres meses germinada previamente en germinador a luz y Riego diario, a los cinco meses se le midió longitud.

5.5.3 Caracterización Físico Química y Microbiológica de Suelos post- Siembra de Caranganito

Utilizando el protocolo descrito anteriormente, luego de tres meses de siembra de Caranganito en cada tipo de suelo se procesaron los análisis físicos químicos y microbiológicos correspondientes a: Retención de Humedad, pH, conductividad eléctrica y FDA.

5.6 Análisis Estadístico

Los resultados de germinación in vitro y campo, y a las características fisicoquímicas y microbiológicas de suelo antes y después de la siembra con Caranganito se les hizo un análisis de varianza en relación a la media ANOVA seguido de una prueba de Duncan al 95% mediante el software estadístico SPSS IBM versión 20.

5.7 Propuesta del uso del Caranganito como alternativa para el aprovechamiento en recuperación de suelos en el departamento del Cesar.

Se tuvieron en cuenta las variables de mayor sensibilidad pH, conductividad y retención de humedad y longitud de raíces de Caranganito, para realizar un análisis de conglomerados en tres grupos relacionados con la germinación y longitud del Caranganito. Para definir la probabilidad de uso de la planta en restauración de suelo, condiciones iniciales favorables para la planta y donde se influencia en la propiedad del suelo.

6. RESULTADOS

6.1 Resultados De Germinación En Laboratorio Y Vivero.

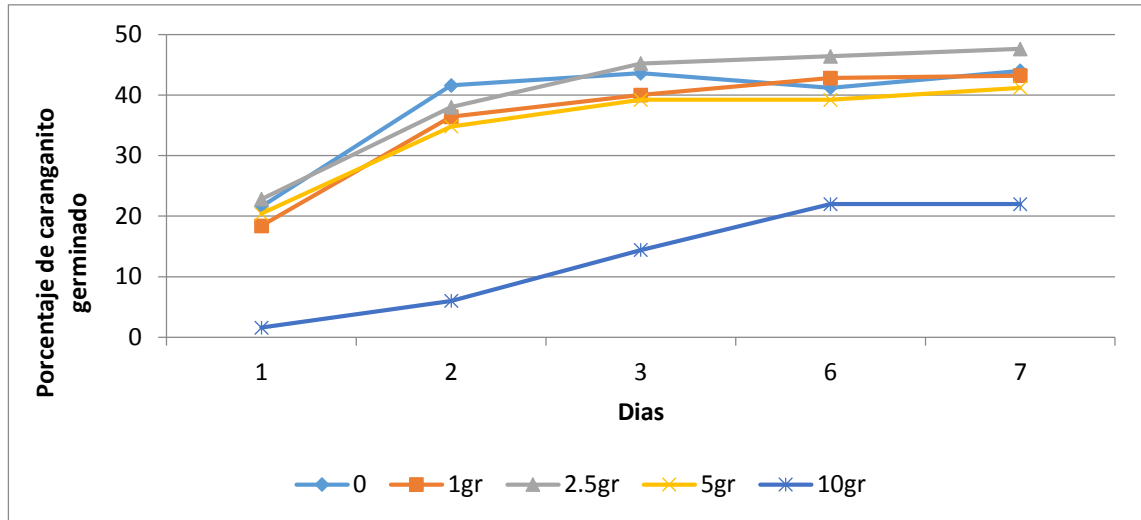


Grafico 1. Germinación de Caranganito en diversas concentraciones de biochar.

Los resultados de la prueba de germinación, con pre-tratamiento con ácido sulfúrico al 98% y siembra en biochar en diferentes concentraciones, indican que no existe un efecto en la germinación de las semillas de Caranganito, en las concentraciones de 1, 2.5 y 5g no existe diferencia significativa con respecto al testigo sin biochar (0gr), en tanto que el de 10gr si presentación diferencia ($P=0.004$) con un efecto negativo una germinación más del 50% en relación a los demás tratamientos (grafico 1).

Tabla 1. Desarrollo in-vitro de Caranganito en diferentes concentraciones de biochar.

Gramos de		
biochar	Peso	Longitud
0	0,07ab	2,21 ^a
1	0,05a	4,12b
2,5	0,05a	4,90b
5	0,09c	7,02c
10	0,08c	6,78c

*Valores seguidos de una misma letra en cada columna no difieren significativamente según Duncan 0.05

En cuanto al desarrollo de la planta a los 9 días, hubo diferencia significativa entre tratamientos con biochar y de estos con el testigo ($P= 0.000$), (Figura 4). Siendo mayor la longitud en los tratamientos de 5 y 10gr, con un crecimiento de 7 y 6.8 cm respectivamente, mientras que el testigo solo alcanzo 2.21cm (Tabla 1).

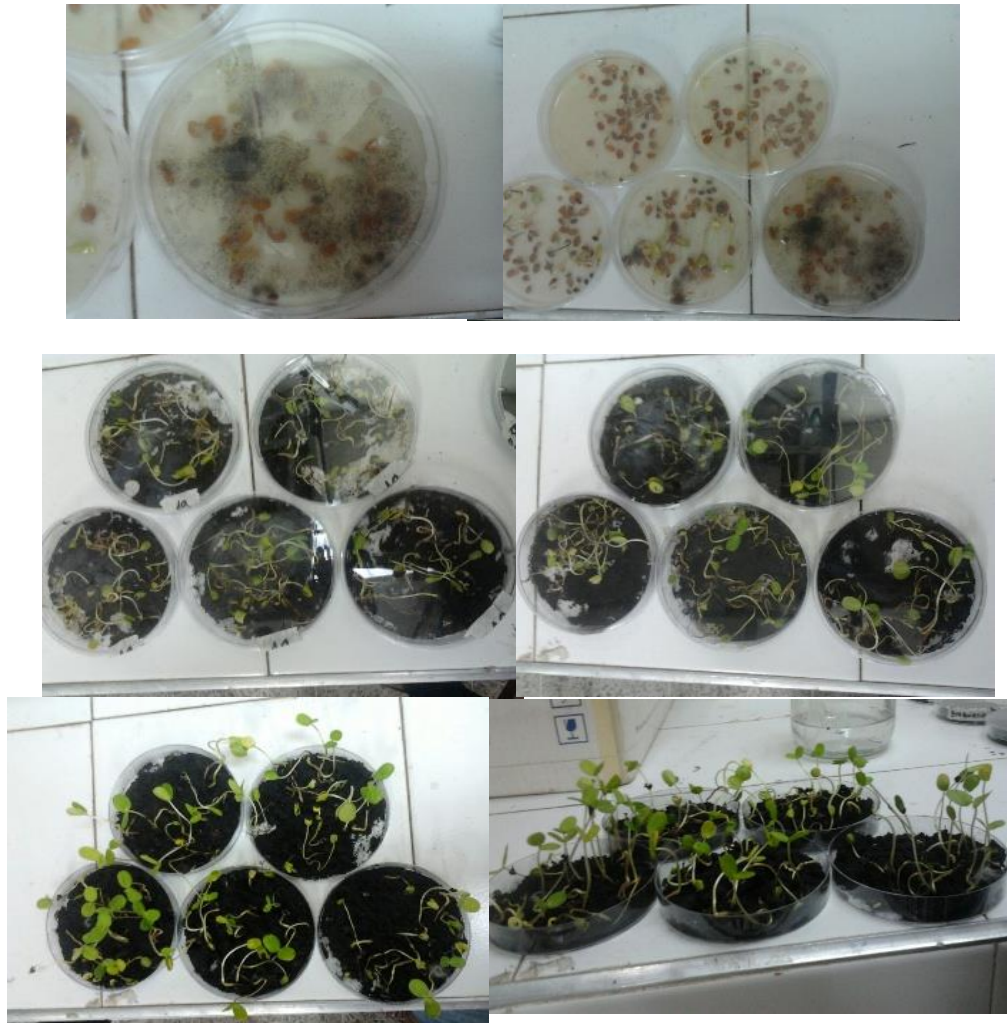


Figura 4. . Crecimiento de Caranganito en diversas concentraciones de biochar. a) 0g, b) 1g, 2.5g, c) 5gr y d) 10gr

6.2 Características Fisicoquímicas Y Microbiológicas De Suelos Bajo Estudio

Se observó similares características fisicoquímicas y microbiológicas para el suelo natural y el cultivo de palma, correspondiente a retención de humedad, conductividad eléctrica, actividad enzimática y capacidad de intercambio catiónico (CIC), a bajas concentraciones, los cuales además presentan pH fuertemente ácidos, mientras que los demás suelos presentaron pH ligeramente neutros. El nivel de materia orgánica fue diferente para todos los suelos encontrándose porcentaje

inferiores al 1% para suelo natural hasta del 8,51% en el suelo de la granja UPC (Tabla 2).

Tabla 2. Caracterización físico química y microbiológica antes de siembra.

Suelo	PH	FDA		Conductividad		CIC Meq/gr
		% RET.HUM.	mg/L *3hrs	ds/m	%MO	
Perro	6,26d	0,49bc	11,9b	0,08a	7,21c	0,18b
Acopio	6,78e	0,37ab	11,27b	0,19b	7,43d	0,15b
Cultivo						
palma	4,86b	0,33 ^a	1,41a	0,04a	1,57b	0,1a
Granja						
UPC	6,03c	0,52c	12,12b	0,21b	8,51e	0,16b
Suelo						
natural	4,39a	0,29 ^a	1,35a	0,01a	0,78a	0,09 ^a

*Valores seguidos de una misma letra en cada columna no difieren significativamente según Duncan 0.05

6.3 Siembra de Caranganito en Campo Utilizando Sustrato de Suelos Disturbados.

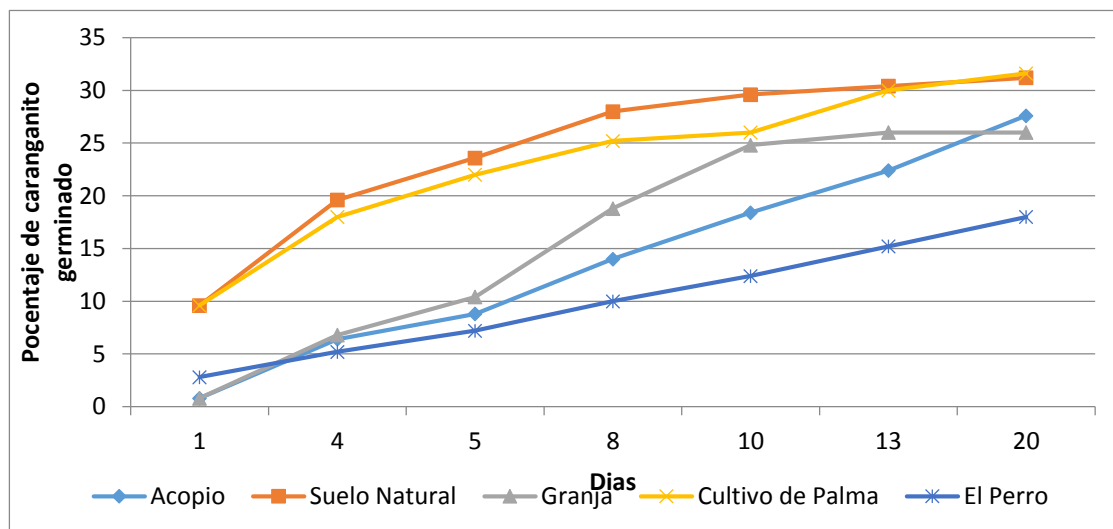
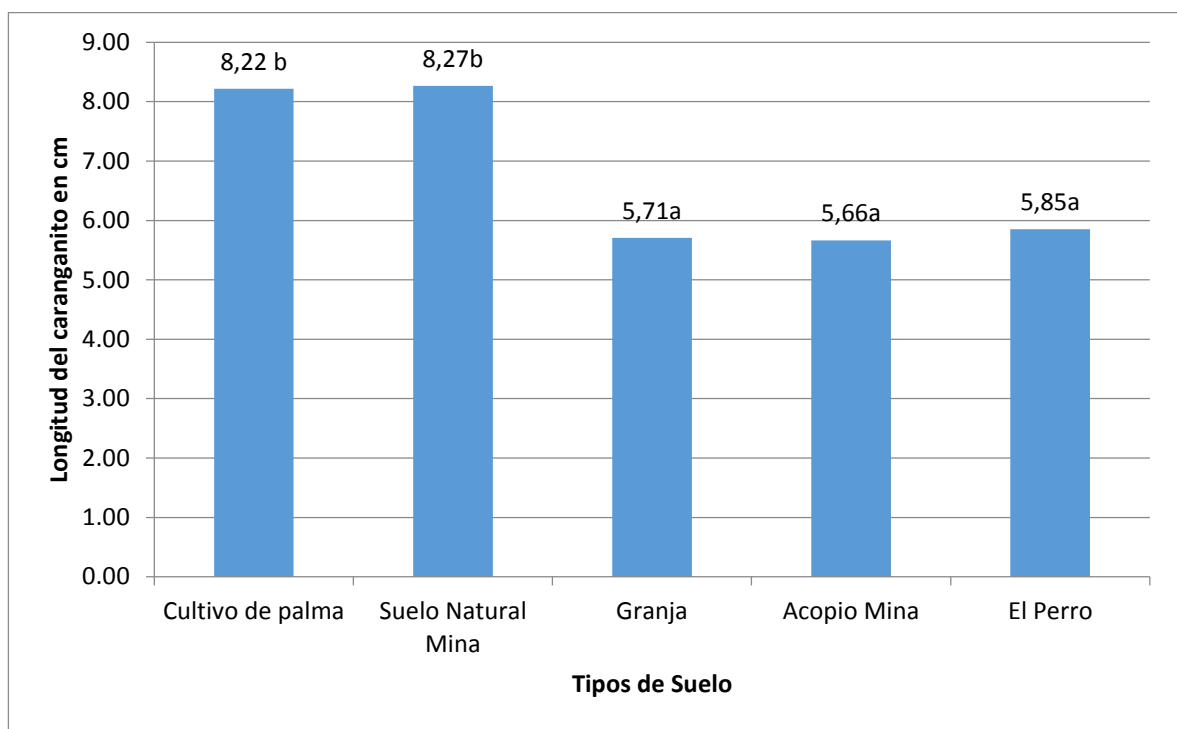


Grafico 2. Germinación de Caranganito en los diferentes sustratos.

El resultado de la prueba de germinación, con pre-tratamiento con escarificación de semillas de Caranganito en los diferentes tipos de suelos, indican que el suelo natural y el de cultivo de palma, favorecen en la germinación del Caranganito incluso por encima del suelo de origen correspondiente al perro, con un porcentaje de germinación del 32% de las semillas en los primeros y del 18% para el perro (grafico 2). De igual forma se observó que en el suelo natural de mina y cultivo de palma, el crecimiento de las plántulas fue mayor de 8.27 cm y 8.22cm respectivamente, con diferencia significativa frente al suelo del perro, acopio y la granja (grafico 3).



Grafica 3. Longitud de Caranganito en cinco meses de siembra en los diferentes tipos de suelo.

6.4 Respuesta fisicoquímica a siembra con Caranganito

En la gráfica 4 se indican las diferencias significativas presentadas entre el pH antes y después de la siembra en cada uno de los suelos bajo estudio, adicionalmente se marca la tendencia a subir los pH en suelos sembrados con Caranganito, sobre

saliendo el caso del suelo natural de mina y cultivo de palma que pasaron de pH fuertemente ácido a neutro. El nivel de pH post-cultivo oscila entre 6.26 y 7.56.

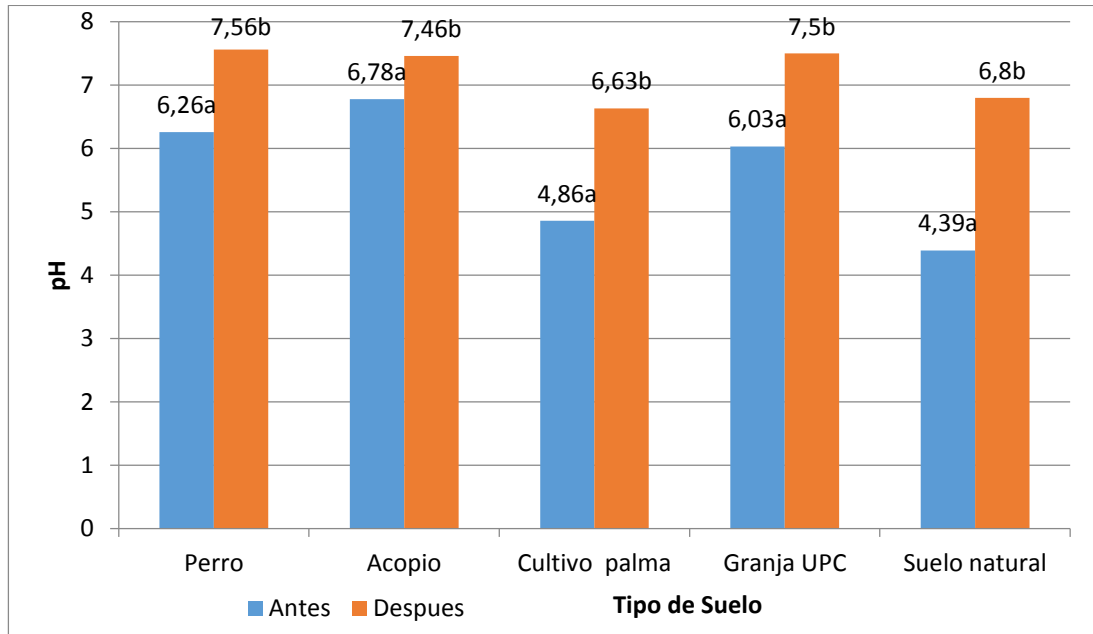


Grafico 4. Variación del pH de los diferentes suelos, antes y después de la siembra del Caranganito.

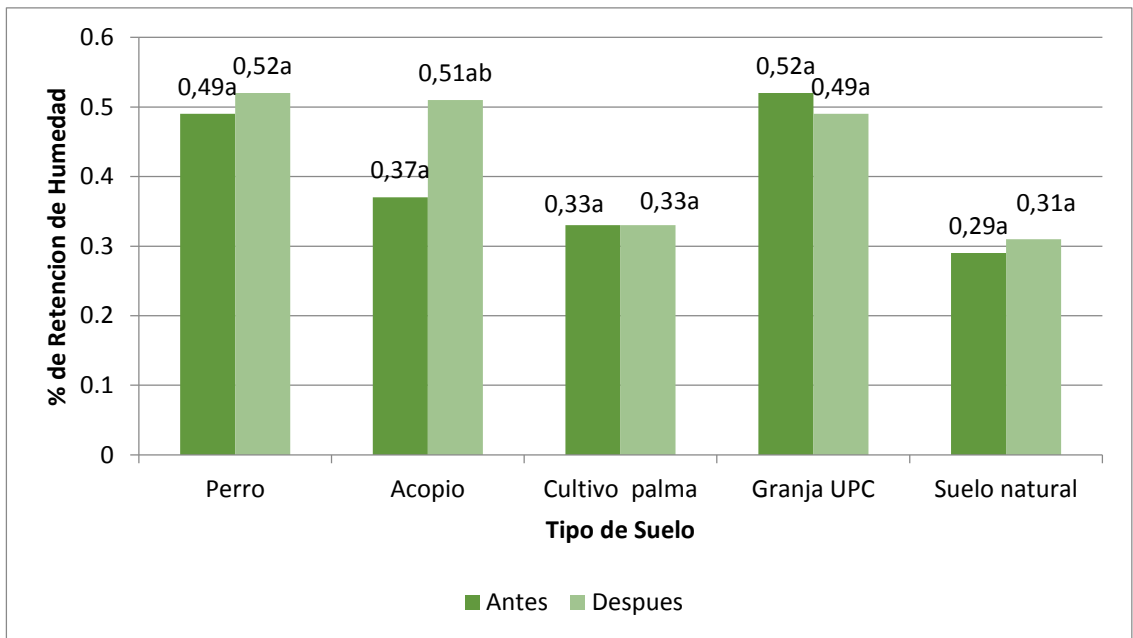


Grafico 5. Variación de Retención de humedad de los diferentes suelos, antes y después de la siembra del Caranganito.

En cuanto al porcentaje de retención de humedad, solo se observó diferencia significativa en el suelo de Acopio antes y después de la siembra de Caranganito pasando de 0.37% a 0.51% (grafico 5).

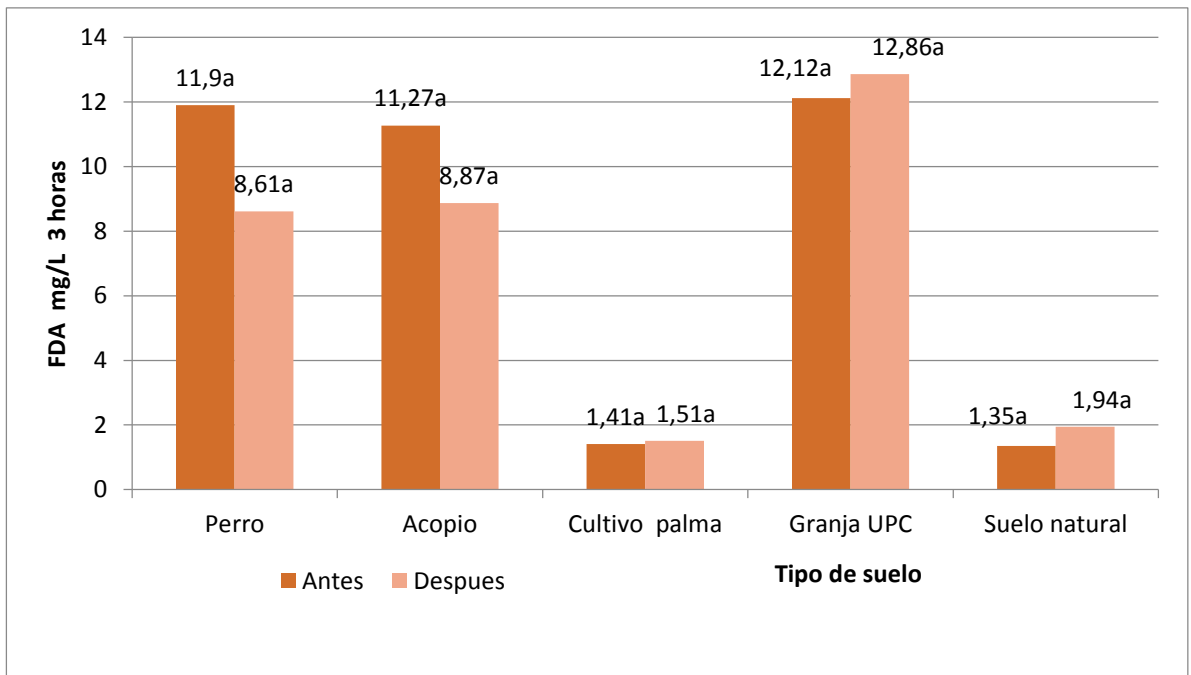


Grafico 6. Variación de FDA de los diferentes suelos, antes y después de la siembra del Caranganito.

Adicionalmente, la actividad enzimática evaluada en los diferentes tipos de suelos, no se encontró diferencia significativa antes y después de la siembra de Caranganito (Grafica 6), mientras que para la característica fisicoquímica de conductividad eléctrica, solo presentó diferencia significativa en el suelo de El perro antes y después de la siembra de Caranganito pasando de 0.08ds/m a 0.24ds/m (grafico 7).

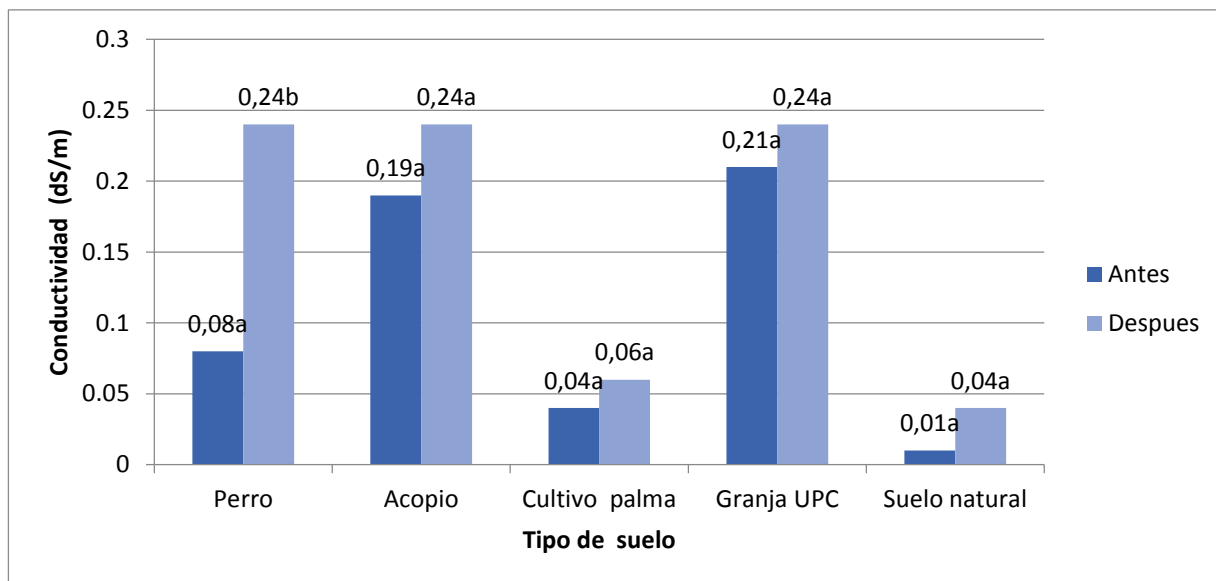


Grafico 7. Variación de conductividad eléctrica de los diferentes suelos, antes y después de la siembra del Caranganito.

6.5 Caranganito como alternativa de restauración de suelos degradados.

Tabla 3. Conglomerados de suelos según respuesta a siembra con Caranganito

Grupo	Suelo	PH	% RET.HUM.	FDA	CE	Germinación	Longitud
1	Perro	7,57	0,46	8,61	0,24	18	8,22
2	Acopio	7,52	0,48	8,72	0,24	27,6	8,27
2	Granja UPC	7,33	0,45	7,58	0,20	26	5,66
3	Cultivo palma	7,28	0,44	6,75	0,19	31,6	5,71
3	Suelo natural	7,24	0,43	6,69	0,18	31,2	5,85

De los suelos bajo estudio se crearon tres grupos mediante análisis de conglomerados (Tabla 3), de los cuales el primer grupo lo conforma solo el suelo de El Perro, correspondiente a el suelo de origen del Caranganito, caracterizado por

condiciones fisicoquímicas y microbiológicas favorables para el desarrollo del cultivo, la menor germinación pero uno de los mayores desarrollo de la planta.

En el segundo grupo se encuentra el suelo Acopio de Mina 2011 y el Suelo de la Granja, con características de pH neutro, buena retención de humedad, FDA,CE y porcentaje de germinación de Caranganito, media en relación a los demás suelos.

Por último, el tercer grupo lo conforman los suelos de Cultivo de Palma y Suelo Natural, con las características fisicoquímicas más bajas, con excepción del pH que se vio favorecido por el crecimiento de Caranganito, y en estos suelos es donde, se presenta mayor germinación pero menor longitud de la planta.

7. DISCUSION

7.1 Germinación in vitro de Caranganito

La germinación del Caranganito fue superior en este estudio, con un porcentaje de germinación entre el 22 y 47.6%, mientras que en el estudio hecho en México por Álvarez y colaboradores (2014), que tiene una germinación del 18% en plantas de genero *Senna*.

No obstante solo se observó influencia en el desarrollo y no en germinación en presencia de biochar con afección en la mayor concentración, lo cual está asociado a la deficiencia de agua y oxígeno que una solución hipertónica genera en las raíces por disminución de la porosidad, lo cual sugiere la revisión de concentración adecuada en agua como solvente y definición de tamaño de la partícula que es lo que confiere calidad al material para la germinación de semillas (García *et al.*, 2014), ya que no se conoce efecto tóxico del biochar sobre plantas (Reyes *et al.*, 2015) y se confirma su potencial de beneficios valiosos para la agricultura mediante la mejora de la fertilidad del suelo y la producción de cultivos, y la reducción de los requisitos de fertilización (Woolf *et al.*, 2014) y riego que el presente estudio coincide con Van y colaboradores (2010) donde se generó hasta un 250% más biomasa en planta de soya con el uso de este insumo.

7.2 Características fisicoquímicas y microbiológicas iniciales de suelos

Los dos suelos con actividad minera de carbón, Acopio 2011 y Suelo natural de Mina CNR, presentaron características fisicoquímicas diferentes, siendo más favorables o cercanos a condiciones óptimas de fertilidad el suelo de Acopio, lo cual está asociado al tiempo de descanso (cinco años a la fecha) de dicho suelo, mientras que el Suelo Natural de mina se encuentra próximo a zona intervenida donde probablemente reposa el material extraído de dicha zona.

Adicionalmente, el suelo natural de mina presentó características similares al cultivo de palma con los más bajos niveles en indicadores físico químicos y microbiológicos en relación a todos los suelos bajo estudio, lo cual corrobora lo reportado por la literatura que la afección de monocultivos, ganadería intensiva, y la minería de carbón son las principales causas de degradación de suelos en la región Caribe y el departamento del Cesar (Corpocesar, 2007; Melo *et al.*, 2015), ya que en ambos casos la intervención antrópica es alta, se altera la biodiversidad y se disminuye la capacidad de resiliencia del ecosistema (Di ciocco *et al.*, 2014).

Las mejores características de salud de suelo en términos de mayor conductividad, retención de humedad y altos niveles de materia orgánica (8.5%) identificado en suelo de la granja se debe a que es una zona de baja intervención antrópica próxima a áreas forestales sin intervención.

7.3 Efecto de la Siembra En vivero de Caranganito sobre Suelos Disturbados.

El pH fue la característica más sensible a la siembra del Caranganito, con variación en todos los suelos post cultivo, y con respuesta favorable incrementándose hacia la neutralidad, incluso en suelos fuertemente ácidos como suelo natural y cultivo de palma. Lo cual coincide con Pérez y colaboradores (2012) quienes evaluaron la calidad del suelo explotado para la minería después de diferentes sistemas de manejos en república dominicana que resaltan la medición de pH como parámetro de seguimiento de recuperación de suelo intervenido. Además el potencial de plantas del género *Senna* para la recuperación de suelo, como es el caso de estudio realizado en Egipto por Hussein y colaboradores (2012), donde se evaluó la respuesta de *Senna occidentalis* en la remediación de algunos suelos contaminados con metales pesados.

Las variables de retención de humedad y conductividad eléctrica menos sensibles a la siembra de Caranganito, con incremento en el suelo de Acopio para el primer

indicador y El perro para el segundo. Es decir solo generó mejores condiciones en suelos con características fisicoquímicas iniciales favorables.

En cuanto al nulo efecto de la siembra de Caranganito, sobre la actividad enzimática de los diferentes suelos podría asociarse a la baja especificación del indicador ya que el método mide la actividad microbiana general potencial (Green *et al.*, 2005), y la población microbiológica se adapta al nuevo cultivo reemplazando cuantitativamente las condiciones iniciales pero cualitativamente se encontrarían otros géneros de microorganismos o grupos funcionales (Tofiño *et al.*, 20112).

Adicionalmente, es relevante observar que en ninguno de los suelos se presentó efecto negativo de la siembra de Caranganito.

7.4 Caranganito como alternativa de restauración de suelos degradados.

Se observó una germinación y desarrollo adecuado en todos los grupos de suelos descritos en la tabla 3, con mayor influencia de la planta en el pH de los suelos del tercer grupo correspondiente a Suelo natural de mina CNR y cultivo de palma, donde además la germinación fue mayor pero la longitud de las plantas fue menor. Con lo cual se puede proponer el uso de la planta para la restauración de suelos degradados tanto por actividad minera como de agricultura intensiva.

De acuerdo a los resultados del presente estudio se debe generar una estrategia en la cual se considere la inclusión de bio-insumo para la incrementación de biomasa como biochar, desde la siembra de semilla en germinador para facilitar la acumulación de biomasa en vivero y la posterior interacción en campo o zona a tratar, con otras plantas utilizadas en Fito remediación que además contribuyan a mejorar propiedades de dichos suelos, con evaluación a mediano y largo plazo.

CONCLUSIONES

El Caranganito (*Senna atomaria*) tiene potencial como alternativa de recuperación de suelos en las zonas afectadas por procesos antrópicos en el departamento del Cesar, específicamente en la neutralización del pH, mejora de retención de humedad y conductividad eléctrica dependiendo del nivel de afectación, siendo más eficiente en niveles de degradación media o baja que en suelos con alto nivel de deterioro de sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.

Adicionalmente el tratamiento con biochar y previa escarificación de semilla contribuye a la generación de mayor biomasa (peso y longitud) de Caranganito, en concentraciones de 1 a 5gr, como estrategia para facilitar el desarrollo in vitro en vivero.

El indicador más sensible en los suelos como respuesta al tratamiento con Caranganito fue el pH y el de menor sensibilidad fue el microbiológico medido mediante determinación de actividad enzimática microbiana (FDA.).

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar ensayos que mejoren la germinación y comportamiento agronómico del Caranganito, incluyendo mezclas con microorganismos eficientes, insumos como el biochar y la evaluación de la restauración de suelo en asocio con otras plantas de tradición Fito recuperadora para aumentar su eficiencia.

Adicionalmente es relevante el desarrollo de análisis con amplios períodos de tiempo para observar la prolongación del efecto de recuperación de suelo y mayores cambios en otras variables fisicoquímicas y microbiológicas de menor sensibilidad al pH.

De igual forma se debe incluir otros indicadores microbiológicos que identifiquen los grupos funcionales que se modifican con el cultivo del Caranganito.

BIBLIOGRAFIA

Acosta, R. G. (2009-2010). *Cerrejón hacia la Rehabilitación de Tierra Intervenida por la Minería a Cielo Abierto*. En R. G. Acosta, *Cerrejón hacia la Rehabilitación de Tierra Intervenidas por la Minería a Cielo bierto* (pág. 238). Panamericana formas e impresos S.A.

Agriculture, N. S. (2002). *Field book for Describing Soils*. En N. S. Agriculture, *Field book for Describing Soils* (pág. 80).

Agroforestry. (2009). <http://www.worldagroforestry.org/>. Obtenido de <http://www.worldagroforestry.org/>: http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Senna_atomaria.PDF.

Alicia Melgoza, C. O. (2007). *Propagación de Plantas Nativas para la Recuperación de Áreas Degradadas: Opción para Mejorar Ecosistemas*. En C. O. Alicia Melgoza, *Propagación de Plantas Nativas para la Recuperación de Áreas Degradadas: Opción para Mejorar Ecosistemas* (pág. 40). Chihuahua.

Ambiental, E. (16 de junio de 2006). *Degradación del Suelo*. *Degradación del Suelo*, pág. 2.

Antioquia, U. d. (s.f.). www.UdeA.edu.co. Obtenido de www.UdeA.edu.co: <http://gaia.udea.edu.co/recurso/Clase5-RecursoFlora.pdf>

Bautista Cruz J. E. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores*. *Ecosistemas*, 7.

Becerril, A. d. (2014). *Becerril Positivo*. Obtenido de Anuario Estadístico del Municipio de Valledupar: <https://www.becerril-cesar.gov.co/Institucional/Paginas/Informaci%C3%B3n-del-Municipio.aspx>

Carlos. (29 de agosto de 2011). *Reserva Ecológica Juan de Jesús González Arroyave*. Obtenido de *Reserva Ecológica Juan de Jesús González Arroyave*: <http://reservaecologicajuandejesusgonzalez.blogspot.com/2013/08/la-importancia-de-restaurar-y-conservar.html>.

Cesar, A. d. (25 de septiembre de 2012). *Alcaldía de La Jagua de Ibirico - Cesar*. Obtenido de *Alcaldía de La Jagua de Ibirico - Cesar*: http://www.lajaguadeibirico-cesar.gov.co/informacion_general.shtml

Cesar, A. d. (25 de septiembre de 2012). *Alcaldía de La Jagua de Ibirico - Cesar*. Obtenido de *Alcaldía de La Jagua de Ibirico - Cesar*: http://www.lajaguadeibirico-cesar.gov.co/informacion_general.shtml

Contreras, M. (2012). *Evaluación de la Germinación de Semillas de Especies Nativas de los Pastizales del Altiplano del Norte de México*. En M. Contreras,

Evaluación de la Germinación de Semillas de Especies Nativas de los Pastizales del Altiplano del Norte de México (pág. 110). Nuevo León, México.

Corpocesar, I. (2007). *Plan de Acción Regional (PAR) Para la Lucha Contra la Desertificación Y La Sequía en el Departamento del Cesar, Con Énfasis En La Región del Rio Cesar*. En I. Corpocesar, Pan de Acción Regional (PAR) Para la Lucha Contra la Desertificación Y La Sequía en el Departamento del Cesar, Con Énfasis En La Región del Rio Cesar (pág. 1). Bogotá.

DI Ciocco, C. Sandler, R.; Falco, L y Coviella, C. (2014). *Actividad microbiológica de un suelo sometido a distintos usos y su relación con variables físico- químicas*. Rev. Fac. Cienc. Agrar., Univ. Nac.46 (.1):0-0

Eduardo Berrio, P. J. (2013). *Evaluación de un sistema alimenticio sostenible a partir del fruto de Caranganito (cassia emarginata) en la explotación ovina en el municipio de Valledupar*.

Enrique Forero, C. R. (2005). *Estudios de Leguminosas en Colombia*. En C. R. Enrique Forero, Estudios de Leguminosas en Colombia (pág. 174). Cogota D.C: Editora Guadalupe LTDA.

FAO. (2009). Guía para la Descripción de suelos.

FAO. (2014). www.fao.org/home/es/. Obtenido de [www.fao.org/home/es/](http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Tech/6Reaff.htm): <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Tech/6Reaff.htm>.

Flako. (20 de Marzo de 2009). *Manejo Y Conservación de Suelos*. Obtenido de Manejo Y Conservación de Suelos: <http://flako-suelosunicundi.blogspot.com.co/2009/03/erosion-y-desertificacion-en-colombia.html>

García, C. Rosas J. Sánchez M. Pascual J. Hernández M. (2014) De residuo recurso El camino a la sostenibilidad- Enmiendas orgánicas de nueva generación: biochar y otras biomoléculas III.8. Red española de compostaje. Ediciones mundiprensa. España

Greena V.S., Stottb D.EDIacka., M. (2005). Assay for fluorescein diacetate hydrolytic activity: Optimization for soil samples. *Soil Biology & Biochemistry* 38 (2006) 693–701

ICONTEC, I. C. (2004). *Determinación de pH*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

IDEAM. (2007). *plan de acción regional para la lucha de la desertificación y la sequía en el departamento del Cesar con énfasis en la región del rio Cesar*. Bogotá.

IGAC. (5 febrero de 2015). Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Obtenido de Instituto Geográfico Agustín Codazzi :

http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/tramites!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hHT3d_JydDRwN3t0BXA0_vUKMwf28PI4NQL_2CbEdFAJ67NCC!/?WCM_PORTLET=PC_7_AIGOBB1A08AGF0ISG6J8NS3000_WCM&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Web+--+Tramites+y.

Insuasty, E. (2012). *Efecto de Tratamientos Pre germinativo con Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) en Semillas de Leucaena Leucocephala*. Revista de investigación, 46.

Justo Barros, G. R. (2003). *Incorporación de Abono Verde y Orgánico en Pasto Estrella (Cynodon Nlemfuensis) Asociado al Caranganito (Senna atomaria) en la Baja Guajira*. Valledupar- Cesar: Produmedios.

L. Vant Et, S. Kimber, S. Morris (2010). *Effects of Biochar from Slow Pyrolysis of Papermill Waste on Agronomic Performance and Soil Fertility*. *Plant and Soil*. 327(1) :(235-246).

Leonardo Quiroz, L. J.-F.-M.-G. (Febrero de 2013). *Enfermedad y Síntomas Respiratorios en Niños de Cinco Municipios Carboníferos del Cesar, Colombia. Enfermedad y Síntomas Respiratorios en Niños de Cinco Municipios Carboníferos del Cesar, Colombia*. Bogotá D.C., Colombia.

Maestre, H. (10 de junio de 2010). *Los municipios del Cesar ante la desertificación*. Los municipios del Cesar ante la desertificación, pág. 2.

Maestre, H. M. (13 de mayo de 2010). *La desertificación. Un problema grave en el Cesar*. El pilón, pág. 1.

Maloka. (2009). www.maloka.org. Obtenido de www.maloka.org: http://www.maloka.org/suelos/ver_cobre_el_suelo.html.

Mataix, J. (1999). *Alteraciones Físicas, Químicas y Biológicas en Suelos Afectados por Incendios Forestales. Contribución a su Conservación y Regeneración*. España.

Ministerio de Ambiente, V. y. (2003). *Desertificacion y Sequia, Primera Jornada Nacional de Sensibilizacion Memorias*. En V. y. Ministerio de Ambiente, *Desertificacion y Sequia, Primera Jornada Nacional de Sensibilizacion Memorias* (pág. 116). Bogota- D.C: Union Grafica Limitada.

Mistura, R. (s.f.) (2006). www.Revistamistura.com.ar. Obtenido de www.Revistamistura.com.ar: <http://revistamistura.com.ar/web/index.php/secciones/ambiente/322-la-importancia-de-las-plantas-autoctonas.html>.

Nacional, A. d. (24 de Abril de 2015). *Canal Clima*. Obtenido de Canal Clima: <http://www.canalclima.com/crece-la-erosion-en-region-caribe-y-orinoquia/>

Pedro Sánchez, J. S. (1981). *Tecnologías de bajos insumos para el manejo de oxisoles y ultisoles en america tropical*. En j. s. pedro Sánchez, tecnologías de bajos insumos para el manejo de oxisoles y ultisoles en america tropical (pág. 251). Cali-colombia: editec.

Pérez A., Céspedes C., Almonte I. Sotomayor D., Cruz E. y Núñez P. (2012). *Evaluación De La Calidad Del Suelo Explotado Para La Minería Después De Diferentes Sistemas De Manejo Suelo*. Terra Latino Americana 30 (3): 1-11.

Región, C. E. (02 de Abril de 2009). *El Cesar*. Obtenido de El Cesar: <http://cesar50033.blogspot.com.co/2009/04/el-clima-en-la-region.html>

Reyes J., Zagal E., Sandoval M. (2015). *Development of a Biochar-Plant-Extract-Based Nitrification Inhibitor and Its Application in Field Conditions*. Sustainability 7 (10) :(13585-13596).

Reyes, G. H. (2011). Contexto Minero en el Departamento del Cesar. Bogotá D.C.

Rocallo, B. (1997). *Plantas arbóreas, arbustivas y de cobertura consumidas por rumiantes menores en la guajira colombiana*. En B. Rocallo, plantas arbóreas, arbustivas y de cobertura consumidas por rumiantes menores en la guajira colombiana pág. (86). Valledupar: produmedios.

Sánchez, Z. (2012). *Sistema de Gestión Ambiental Municipal*.

Shaimaa M.M. Hussein, A. El- Tantawy Abd Allah and H.M. El-Bagoury (2012). *Response of Senna occidentalis, Link Plants to Nitrogenous Nutrition its Role in Remediating Some Polluted Soils with Heavy Metals*. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants 4 (1): 98-114

Shuttleworth, M. (7 de marzo de 2008). Explorable Psychology. Obtenido de Explorable Psychology: <https://explorable.com/es/diseno-de-la-investigacion-cuantitativa>

Sicard, t. L. (s.f.). Relaciones agricultura – ambiente en la degradación de. Bogota.

Solaiman. (2011). biochars influence seed germination and early growth of seedlings. Springer, 15.

Sostenible, A. (2000). *Instituto de Estudios Ambientales*. Obtenido de Instituto de Estudios Ambientales: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2007223/lecciones/lect13/lect13_4.html

Thomas, K. A. (2001). *Characterization and Quality of Soils Developing on a Mountaintop Removal Coal Mine*. En K. A. Thomas, Characterization and Quality of Soils Developing on a Mountaintop Removal Coal Mine. Morgantown west, Virginia.

Tofiño, A., D. Cabal, and L.F. Gil. 2012. *Análisis de componentes Del sistema productivo de aguacate con incidencia probable de Phytophthora en Cesar, Colombia*. *Avanc. Inv. Agropec.* 16, 63-90.

Unidas, C. D. (2014). Centro de información de las naciones unidas. Obtenido de centro de información de las naciones unidas: <http://www.cinu.mx/temas/medio-ambiente/desertificacion/>.

Urbana, G. (2007). *Guia Urbana*. Obtenido de Guia Urbana: <http://www.guia-urbana.com/contaminacion/la-desertificacion-del-suelo.php>

Valledupar, A. d. (2002). *Anuario Estadístico del Municipio de Valledupar*. Valledupar - Cesar: Alcaldía de Valledupar.

Valledupar, A. d. (2005). *Anuario Estadístico Municipio de Valledupar*. Valledupar - Cesar: Alcaldía de Valledupar.

Vallenato, P. (23 de enero de 2012). Portal Vallenato. Obtenido de Portal Vallenato: <http://portalvallenato.net/2012/01/23/proponen-creacion-de-estacion-biologica-de-bosque-seco-tropical/>

Vega, J. R. (2009). *Farmacopea Guajira Cosmovision y Usos de las Plantas Medicinales Por Los Wayuu*. En J. R. Vega, *Farmacopea Guajira Cosmovision y Usos de las Plantas Medicinales Por Los Wayuu* (pág. 460). Riohacha Guajira: Editorial Gente Nueva.

Villarreal-Núñez, J. E. (diciembre de 2012). *Scielo*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212012000200009.

Walker, P. (20 de octubre de 2014). Gallaretas. Obtenido de Gallaretas: <http://www.gallaretas.com/2011/12/plantas-nativas-para-cuidar-el-medioambiente/>.

Woolf D., Lehmann J., (2014). Cross-scale modelling of the climate-change mitigation potential of biochar systems: Global implications of nano-scale processes. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2014EGUGA..1613888W>.

ANEXOS

Prueba de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)



Prueba de FDA



Dilución de FDA



Prueba de Medición de pH



Prueba de Conductividad Eléctrica



Trasplante de germinador a recipientes



Prueba de Retencion de Humedad



Plantas trasplantadas a los recipientes en los diferentes tipos de suelo



Visita Granja



ANALISIS ESTADISTICO										
comparaciones múltiples										
Variable dependiente		(I) tto	(J) tto	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%			
							Límite inferior	Límite superior		
Largo	HSD de Tukey	,00	1,00	-1,93050	,63797	,052	-3,8715	,0105		
			2,50	-2,69050 [*]	,63797	,005	-4,6315	-,7495		
			5,00	-4,80850 [*]	,63797	,000	-6,7495	-2,8675		
			10,00	-4,57250 [*]	,72636	,000	-6,7824	-2,3626		
		1,00	,00	1,93050	,63797	,052	-,0105	3,8715		
			2,50	-,76000	,60148	,716	-2,5900	1,0700		
			5,00	-2,87800 [*]	,60148	,001	-4,7080	-1,0480		
			10,00	-2,64200 [*]	,69453	,011	-4,7551	-,5289		
		2,50	,00	2,69050 [*]	,63797	,005	,7495	4,6315		
			1,00	,76000	,60148	,716	-1,0700	2,5900		
			5,00	-2,11800 [*]	,60148	,019	-3,9480	-,2880		
			10,00	-1,88200	,69453	,094	-3,9951	,2311		
		5,00	,00	4,80850 [*]	,63797	,000	2,8675	6,7495		
			1,00	2,87800 [*]	,60148	,001	1,0480	4,7080		
			2,50	2,11800 [*]	,60148	,019	,2880	3,9480		
			10,00	,23600	,69453	,997	-1,8771	2,3491		
		10,00	,00	4,57250 [*]	,72636	,000	2,3626	6,7824		
			1,00	2,64200 [*]	,69453	,011	,5289	4,7551		
			2,50	1,88200	,69453	,094	-,2311	3,9951		
			5,00	-,23600	,69453	,997	-2,3491	1,8771		
		Peso	HSD de Tukey	,00	1,00	,01700	,00916	,376	-,0109	,0449
					2,50	,01500	,00916	,495	-,0129	,0429
					5,00	-,02100	,00916	,195	-,0489	,0069
					10,00	-,01833	,01042	,427	-,0500	,0134
1,00	,00			-,01700	,00916	,376	-,0449	,0109		
	2,50			-,00200	,00863	,999	-,0283	,0243		
	5,00			-,03800 [*]	,00863	,003	-,0643	-,0117		
	10,00			-,03533 [*]	,00997	,018	-,0657	-,0050		
2,50	,00			-,01500	,00916	,495	-,0429	,0129		
	1,00			,00200	,00863	,999	-,0243	,0283		
	5,00			-,03600 [*]	,00863	,005	-,0623	-,0097		
	10,00			-,03333 [*]	,00997	,028	-,0637	-,0030		

		5,00	,00	,02100	,00916	,195	-.0069	,0489
		5,00	1,00	,03800*	,00863	,003	,0117	,0643
		5,00	2,50	,03600*	,00863	,005	,0097	,0623
		5,00	10,00	,00267	,00997	,999	-.0277	,0330
		10,00	,00	,01833	,01042	,427	-.0134	,0500
		10,00	1,00	,03533*	,00997	,018	,0050	,0657
		10,00	2,50	,03333*	,00997	,028	,0030	,0637
		10,00	5,00	-.00267	,00997	,999	-.0330	,0277

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

germinacion				
	tto	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey ^a	10,00	5	6,6000	
	5,00	5		17,4800
	1,00	5		18,0800
	,00	5		19,2000
	2,50	5		20,0000
	Sig.			1,000
Duncan ^a	10,00	5	6,6000	
	5,00	5		17,4800
	1,00	5		18,0800
	,00	5		19,2000
	2,50	5		20,0000
	Sig.			1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

tetehumedad

	muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	
HSD de Tukey ^a	5,000	3	,290000			
	50,000	3	,313333			
	3,000	3	,330000			
	30,000	3	,330000			
	2,000	3	,370000	,370000		
	10,000	3		,460000	,460000	
	40,000	3			,480000	
	1,000	3			,493333	
	20,000	3			,513333	
	4,000	3			,520000	
	Sig.			,267	,153	,626
	Duncan ^a	5,000	3	,290000		
		50,000	3	,313333	,313333	
3,000		3	,330000	,330000		
30,000		3	,330000	,330000		
2,000		3		,370000		
10,000		3			,460000	
40,000		3			,480000	
1,000		3			,493333	
20,000		3			,513333	
4,000		3			,520000	
Sig.				,242	,102	,090

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

	muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
			1	2	3	4	
HSD de Tukey ^a	5,000	3	,036667				
	50,000	3	,036700				
	30,000	3	,058567				
	3,000	3	,106667				
	4,000	3		,223333			
	1,000	3		,230000			
	40,000	3		,239967	,239967		
	10,000	3		,240433	,240433		
	20,000	3		,241867	,241867		
	2,000	3			,320000		
	Sig.			,212	,999	,104	
	Duncan ^a	5,000	3	,036667			
		50,000	3	,036700			
30,000		3	,058567	,058567			
3,000		3		,106667			
4,000		3			,223333		
1,000		3			,230000		
40,000		3			,239967		
10,000		3			,240433		
20,000		3			,241867		
2,000		3				,320000	
Sig.				,423	,072	,518	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.