

**ESTUDIO PRELIMINAR PARA EVALUAR EL EFECTO DE TRES TIPOS DE
SUELOS SOBRE PARAMETROS FISIOLÓGICOS DE CRECIMIENTO Y DE
RENDIMIENTO EN BIOMASA DE PLANTAS DE PASTO VETIVER
(*Chrysopogon zizanioides* L.Roberty) BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN
LA GRANJA EXPERIMENTAL EL HANGAR UIS EN EL MUNICIPIO DE
PIEDRECUESTA – SANTANDER**

**EMILCEN PIMIENTO PEÑA
OSCAR JULIAN ESTEVEZ NEIRA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015**

**ESTUDIO PRELIMINAR PARA EVALUAR EL EFECTO DE TRES CLASES DE
SUELOS SOBRE PARAMETROS FISIOLÓGICOS DE CRECIMIENTO Y
RENDIMIENTO EN BIOMASA DE PLANTAS DE PASTO VETIVER
(*Chrysopogon zizanioides* L.Roberty) BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN
LA GRANJA EXPERIMENTAL EL HANGAR UIS EN EL MUNICIPIO DE
PIEDRECUESTA – SANTANDER**

**EMILCEN PIMIENTO PEÑA
OSCAR JULIAN ESTEVEZ NEIRA**

**Proyecto de Grado para Optar al Título de
PROFESIONAL EN PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**DIRECTOR
JORGE LIBARDOPINTO
INGENIERO AGRONOMO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	15
1. FORMULACION DEL PROBLEMA	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2 JUSTIFICACION	18
1.3 HIPOTESIS	20
1.4 OBJETIVOS	20
1.4.1 Objetivo general	20
1.4.2. Objetivos específicos	21
2. MARCO DE REFERENCIA	22
2.1 MARCO DE ANTECEDENTES	22
2.1.1 Antecedentes de la planta Vetiver	22
2.2 MARCO CONCEPTUAL	24
2.3 MARCO TEORICO	26
2.3.1 Clasificación Taxonómica del vetiver (<i>Chrysopogon zizaniodes</i>)	26
2.3.2 Características morfológicas	27
2.3.3 Características fisiológicas	28
2.3.4 Características de los Suelos	30
2.3.5 Suelo Franco Arenoso	32
2.3.6 Suelos Arenosos	33
2.4 MARCO DEMOGRAFICO	34
3. DISEÑO METODOLOGICO	35
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.2 LOCALIZACIÓN	35
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS	36

3.4 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO	39
3.4.1 Toma de la muestra de suelos para su respectivo análisis fisicoquímico y para el llenado de las bolsas	39
3.4.2 Preparación de esquejes para la siembra	39
3.4.3 Ubicación y adecuación del sitio donde se desarrollará la investigación	41
3.4.4 Siembra del experimento	42
3.4.5 Riego	43
3.4.6 Fertilización	44
3.4.7 Control de Malezas	44
3.4.8 Control fitosanitario	44
3.5 VARIABLES A EVALUAR	44
3.6 RECOMENDACION EN PRIMERA APROXIMACIÓN PARA LA FERTILIZACIÓN DEL VETIVER EN SUELOS CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES A LAS ESTUDIADAS	45
3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	46
4. RESULTADOS Y DISCUSION	47
4.1 EFECTO DE LOS TRES DIFERENTES TIPOS DE SUELO SOBRE LOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO DEL PASTO VETIVER.	47
4.1.1 Altura de la planta	47
4.1.2 Longitud de la raíz	49
4.1.3 Número de hojas por planta	50
4.2 EFECTO DE LOS TRES DIFERENTES TIPOS DE SUELO SOBRE LOS PARAMETROS ÁREA FOLIAR Y RENDIMIENTO EN BIOMASA DEL PASTO VETIVER	52
4.2.1 Área foliar, peso Húmedo biomasa aérea, peso húmedo biomasa radicular y relación biomasa radicular/biomasa aérea	52
4.2.2 Recomendación en primera aproximación para la fertilización natural para los suelos estudiados	54

5. CONCLUSIONES	56
6. RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFIA	59
ANEXOS	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Pasto vetiver	22
Figura 2. Localización Geográfica de la GEE “El Hangar”	36
Figura 3: Diagrama teórico de la experimentación a nivel de campo	38
Figura 4. Llenado de las bolsas con los suelos obtenidos para la experimentación	39
Figura 5. Preparación de esquejes para la siembra del experimento	40
Figura 6. Esquejes sometidos al proceso de enraizamiento en pila de estiércol de ganado en descomposición	41
Figura 7. Distribución del experimento dentro del vivero	42
Figura 8. Siembra del experimento en bolsas de polietileno	43
Figura 9. Riego de plantas establecidas en el experimento	43
Figura 10. Actividades desarrolladas para el control de malezas	44

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico 1. Comportamiento de la variable altura de la planta en seis momentos de muestreo	48
Grafico 2. Comportamiento de la variable longitud de la raíz en seis momentos de muestreo	50
Grafica 3. Comportamiento de la variable número de hojas por planta en seis momentos de muestreo	51
Grafico 4. Comportamiento de las variables Área foliar, peso húmedo biomasa aérea, peso húmedo biomasa radicular	54

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de los tratamientos utilizados en el ensayo	36
Tabla 2. Características químicas y físicas del suelo utilizado como sustrato para el crecimiento del pasto Vetiver. Finca “El Olimpo”. Piedecuesta, Santander	37
Tabla 3. Características químicas y físicas del suelo utilizado como sustrato para el crecimiento del pasto Vetiver. Granja Educativa Experimental UIS “El Hangar”	37
Tabla 4. Características químicas y físicas del suelo utilizado como sustrato para el crecimiento del pasto Vetiver. Finca “Los Ángeles”. Piedecuesta, Santander	38
Tabla 5. Valores promedios para la variable altura de la planta (cm) en seis momentos de muestreo	47
Tabla 6. Análisis de varianza para la altura de planta a los 90 DDS	48
Tabla 7. Valores promedios para la variable longitud de la raíz (cm) en seis momentos	49
Tabla 8. Análisis de varianza para la longitud de la raíz a los 90 DDS	49
Tabla 9. Valores promedios de la variable número de hojas por planta en seis momentos de muestreo	51
Tabla 10. Análisis de varianza para el número de hojas por planta a los 90 DDS	51
Tabla 11. Valores promedios de las variables área foliar, peso húmedo biomasa aérea, peso húmedo biomasa radicular a los 90 DDS	52
Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros área foliar, peso húmedo biomasa aérea, peso húmedo biomasa radicular a los 90 DDS	53

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Ficha el Angar de la UIS.....	62
Anexo B. Ficha Finca el Olimpo.....	63
Anexo C. Ficha Finca Los Ángeles	64
Anexo D. Resultado Análisis de Suelos	65
Anexo E . Registro Fotografico 15 Dias	66
Anexo F. Registro Fotografico 45 Dias	67
Anexo G. Registro Fotografico 90 Dias.....	68

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO PRELIMINAR PARA EVALUAR EL EFECTO DE TRES CLASES DE SUELO SOBRE PARAMETROS DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN BIOMASA DE PLANTAS DE PASTO VETIVER (*Chrysopogon zizanioides* L.Roberty) BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL EL HANGAR UIS EN EL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA – SANTANDER

AUTORES: OSCAR JULIAN ESTEVEZ NEIRA
EMILCEN PIMIENTO PEÑA**

PALABRAS CLAVE: Vetiver, sustrato, erosión, control, muestro, análisis, comparación, biomasa aérea, biomasa radicular, área foliar

DESCRIPCION

El efecto del comportamiento en variables de crecimiento y rendimiento del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) bajo condiciones de vivero en tres tipos de suelo, se desarrolló en la Granja Educativa Experimental “El Hangar”, ubicada en el municipio de Piedecuesta, Santander, para la investigación que duró un período de 90 días, se utilizaron suelos provenientes de la finca El Olimpo, de la GEE “El Hangar” y de la finca Los Ángeles en los que se sembró el pasto Vetiver bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se analizaron las variables de crecimiento altura de la planta, número de hojas por planta, longitud de la raíz durante seis momentos de muestreo (15, 30, 45, 60, 75, 90 DDS y las variables de rendimiento, área foliar, peso húmedo de la biomasa foliar, peso húmedo de la biomasa radicular del pasto Vetiver a los noventa días después de la siembra. Los resultados experimentales muestran que el vetiver se desarrolla muy bien en los tres tipos de suelo estudiados, resultando el suelo de la finca Los Ángeles por su textura arenosa en el que se observa un mejor desarrollo de la planta según los indicadores evaluados, lo cual se interpreta como una ventaja para obtener más cantidad de material para la propagación a nivel de vivero. Por los resultados obtenidos la investigación resulta particularmente provechosa para la realización de otros trabajos en la zona y en otros ambientes.

* Trabajo de grado

** Instituto De Proyección Regional Y Educacion A Distancia. Producción Agroindustrial. Director. Jorge Libardopinto

ABSTRACT

TÍTULO: PRELIMINARY STUDY TO EVALUATE THE EFFECT OF THREE KINDS OF SOIL PARAMETERS ON GROWTH AND YIELD IN BIOMASS PLANT VETIVER GRASS (*Chrysopogon zizanioides* L.Roberty) UNDER CONDITIONS OF EXPERIMENTAL FARM NURSERY IN THE HANGAR UIS IN THE MUNICIPALITY OF PIEDECUESTA - SANTANDER

AUTHORS: OSCAR JULIAN ESTEVEZ NEIRA
EMILCEN PIMIENTO PEÑA**

KEYWORDS: Vetiver, substrate, erosion, control, sampling, analysis, comparison, biomass, root biomass, leaf area

DESCRIPTION

The effect of behavioral variables of growth and yield of vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides* Roberty L.) under greenhouse conditions in three soil types, was developed in the Experimental Educational Farm "The Hangar", located in the municipality of Piedecuesta, Santander for research that lasted a period of 90 days from the farm soils Olympus, the GEE "the Hangar" and the estate Los Angeles where Vetiver grass was planted under a complete block experimental design was used randomized design with four replications. Growth variables plant height, number of leaves per plant, root length for six sampling times (15, 30, 45, 60, 75, 90 DDS and performance variables, leaf area, wet weight were analyzed foliar biomass wet weight of root biomass of vetiver ninety days after sowing. the experimental results show that Vetiver grows well in all three soil types studied, resulting in the soil of the farm Los Angeles for its sandy texture in which a better plant development seen as indicators evaluated, which is interpreted as an advantage to get more material for propagation at nursery. from the results of research is particularly useful to perform other work in the area and in other environments.

* Work degree

** Regional Institute Of Education And Projection Distance. Agroindustrial Production. Head Teacher. Jorge Libardopinto

INTRODUCCION

Dentro de las actividades de importancia que hay que tener en cuenta para establecer plantaciones agrícolas, es la de obtener plántulas que aseguren buen desarrollo, capacidad de producción y que presenten tolerancia a situaciones de orden fitosanitario, estos aspectos se deben completar y manejar en el vivero.

El vivero es una etapa donde las plantas se siembran en sustratos adecuados y con características nutricionales, que le permitan adaptarse en este periodo de desarrollo para luego ser llevadas al lugar definitivo.

Cuando se propagan plantas en vivero, el productor tiene muchas ventajas porque le permite manejar mayor número de plantas en espacio pequeños; además el comprador recibe un material que puede asegurar una buena plantación y buenos resultados económicos.

Las siembras del pasto vetiver en vivero y en diferentes tipos de suelo se ha venido aplicando en otras partes del país y del mundo para asegurar que cuando se realice el trasplante, las plántulas tengan un buen prendimiento y así evitar la muerte de las plantas tanto en vivero como en el lugar donde se establece el cultivo.

Por lo anterior en este trabajo que se realizó en la granja experimental el hangar de la universidad industrial de Santander, se comparte una información técnica preliminar sobre el efecto que tiene la utilización de tres diferentes tipos de suelo sobre el desarrollo fisiológico y producción de biomasa húmeda tanto foliar como radicular. Esta evaluación permite conocer y establecer algunas pautas para impulsar el desarrollo del vetiver en nuestro medio.

1. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El recurso suelo, es uno de los principales factores limitantes en la producción agrícola a nivel mundial. Estudios realizados por organismos internacionales predicen que el Cambio Climático Global, conllevará a incrementar la escasez de este recurso natural en los próximos años^{1 2}. En este contexto, la eficiencia en el uso del recurso suelo debe ser un aspecto transversal de las políticas públicas, que debe, por lo tanto, ser afrontado desde diversos puntos de vista. En este sentido, uno de los temas claves a considerar es la eficiencia con la que las plantas usan el suelo y poder relacionarlo con producciones que presenten rendimientos estables.

El pasto vetiver (Chrysopogon. zizaniodes L.Roberty) originario de la India, es una de las pocas plantas que posee los atributos y características para una especie en particular, al ser amigablemente ambiental, de uso fácil, efectivo y eficiente en costos. Igualmente, pocas de las especies existentes que se conocen por siglos, han tenido tanta promoción a nivel mundial durante los últimos veinte años. Y mucho menos han sido consideradas como “pasto maravilloso” capaz de crear una pared viva, una franja de filtración viva, un “pilote viviente”, una solución apropiada para la protección ambiental, particularmente en la prevención y tratamiento de la contaminación de tierras y del agua. Más aún las hojas del vetiver como producto agregado, son utilizables en un amplio rango de productos como alimentación animal, artesanías, techos, coberturas y combustible entre otros.

¹ Dick, Grimshaw. 2011. El Sistema Vetiver y El Cambio Climático.

² Altieri, M. y C. Nicholls. 2008. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. Agroecología

El vetiver puede desarrollarse en una amplia clase de suelos y condiciones climáticas y si se siembra correctamente puede ser usada virtualmente en cualquier sitio de clima tropical, subtropical o mediterráneo³. De otra parte el vetiver es una planta estéril, no invasora que al ser propagada vegetativamente puede ser utilizado como un producto generador de ingresos para los productores, o puede ser utilizado directamente en aplicaciones para la protección de microcuencas, cuencas y cauces de ríos para contra restar los daños ambientales, particularmente en flujos de sedimentos, excesos de nutrientes, metales pesados y bioicidas en lixiviados de fuentes tóxicas.

El análisis de variables de crecimiento es una aproximación cuantitativa para entender el desarrollo de una planta o de una población de plantas bajo condiciones ambientales o controladas. Estos análisis de variables de crecimiento en plantas son una herramienta importante de comparación y provee medidas precisas del funcionamiento de la planta a través de intervalos de tiempo.

Para obtener un exitoso uso del Pasto Vetiver, es necesario tener en cuenta parámetros como: la influencia de las propiedades fisicoquímicas del suelo, durante un periodo de su ciclo vegetativo, relación entre el aporte y la absorción de nutrientes, la tolerancia a las condiciones adversas del suelo para la implementación y aplicación del sistema vetiver (SV) en el campo agropecuario y el desarrollo de la bioingeniería y la biorremediación (Fraser 1990). La especie vegetal y el tamaño de la planta representada por su volumen foliar y radical, gobiernan estos parámetros, los cuales permitirían determinar el mejor abonamiento y de esta forma; tanto técnicos como agricultores puedan tener como

³ García, Rojas, José, Aldemar y Daza, Jiménez, Claudio, Rubén. 2010. Pasto vetiver para control de erosión y estabilización de taludes (Área de Investigación y Desarrollo), BIOMACOL & CONSULTORES S.A.S. Tolima, Colombia.

base, el tipo de suelo para mejorar su crecimiento y en forma indirecta como un producto generador de ingresos.

Los estudios sobre las relaciones planta-suelo, especialmente los referentes a la nutrición mineral, bajo condiciones de invernadero, a pesar de que no dan resultados absolutos, si ofrecen una aproximación al conocimiento del estado nutricional del suelo en relación a los aspectos fisiológicos de la planta indicadora utilizada. Estos estudios tienen carácter cualitativo y ponen de manifiesto las carencias nutritivas de los suelos, en un tiempo relativamente corto, además de que pueden precisar a bajo costo los nutrientes que se deberán estudiar en condiciones de campo.

No obstante lo anteriormente expuesto, aún no se conocen estudios que brinden información sobre el comportamiento fisiológico del pasto vetiver, cuando se establece en diferentes clases de suelo. Por lo anterior se hace indispensable este importante paso, para asegurar el éxito de la siembra y la vida útil del (*Chrysopogon zizanioides*) y sobre todo para garantizar su desarrollo adecuado cuando se utiliza en programas de conservación del recurso suelo en labores agropecuarias y de bioingeniería.

1.2 JUSTIFICACION

El pasto Vetiver es una especie que posee gran diversidad de genotipos, y por ende presenta variantes en sus componentes fisiológicos y fenológicos, los cuales determinan las variables de eficiencia biológica y de productividad, así como las prácticas de manejo agronómico apropiadas para mejorar el desempeño como planta cultivable.

El suelo es un recurso natural vital y parte fundamental de los ecosistemas terrestres. En él se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento y condiciona,

por tanto, todo el desarrollo de los sistemas agrícolas y pecuarios y a lo largo de su historia ha proporcionado el sustento para la población humana y animal. En el ámbito productivo la significancia de mejorar los procesos y en consecuencia aumentar el volumen y calidad de la producción ha llevado a necesitar mayor atención en aspectos acordes con su conservación.

Los problemas de inestabilidad que actualmente existen en el departamento de Santander son permanentes y con el transcurrir del tiempo las vuelven vulnerables. La inestabilidad del terreno de las riberas de los ríos, está originando un gradual deterioro de las capas superficiales del suelo, por lo que en los actuales momentos se producen movimientos masivos de los suelos con deslizamientos localizados, lo cual en el siguiente invierno pondría en peligro vidas humanas.

Existen problemas de movimientos superficiales y de erosión que son difíciles de cuantificar y pueden persistir, en ciertos casos, a pesar de que se encuentren soluciones para los problemas de fondo, estos se afrontan mejor, mediante la implementación de métodos de bioingeniería o eco ingeniería (es decir, con el uso de vegetación como por ejemplo el vetiver) los cuales no sólo afrontan los problemas sociales y económicos sino que también generan un producto final estéticamente agradable y de impacto positivo para el medio ambiente.

De otra parte también el pasto Vetiver se ha venido introduciendo paulatinamente, lo que implica tener los conocimientos necesarios para su establecimiento en lo que respecta a la clase de suelos y las necesidades de fertilización para que la planta tenga las características particulares para que se puede utilizar en el control de la erosión (Ramírez 2012), en la protección ambiental, en la realización de un buen manejo del suelo y el agua, así como materia prima para la elaboración de artesanías.

Con el método de investigación en bolsas y bajo condiciones de invernadero se permite evaluar la respuesta fisiológica del (*Chrysopogon zizaniodes*) cuando se establece en suelos en su estado actual (fertilidad natural) A través de este estudio se logrará generar conocimientos que brinden información básica con respecto al desarrollo y crecimiento de la planta, los componentes de las variables de rendimiento, información que permite ajustar los componentes del manejo agronómico del cultivo del Vetiver, de modo que exprese todo su potencial genético.

1.3 HIPOTESIS

Ho: El desarrollo vegetativo, algunos parámetros de crecimiento y el rendimiento en biomasa del pasto Vetiver bajo condiciones de vivero, es significativamente diferente en cuanto a sus promedios, cuando se establece en tres diferentes clases de suelo del municipio de Piedecuesta (Santander).

Hi: El desarrollo vegetativo, algunos parámetros de crecimiento y el rendimiento en biomasa del pasto Vetiver bajo condiciones de vivero, no es significativamente diferente en cuanto a sus promedios, cuando se establece en tres diferentes clases de suelo del municipio de Piedecuesta (Santander).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general. Obtener una información básica que permita evaluar el efecto de tres clases de suelo utilizados como sustrato base sobre parámetros de crecimiento y rendimiento en biomasa del pasto vetiver (*Chrysopogon zizaniodes* L. Roberty) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Piedecuesta, Santander.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los tres tipos de suelo sobre los parámetros agronómicos de crecimiento: altura de la planta, número de hojas por planta, longitud de la raíz del pasto vetiver, en 6 momentos de muestreo, para los tres tratamientos, en el vivero de la GEE UIS "El Hangar".
- Determinar el efecto de los tres tipos de suelo sobre parámetros de rendimiento: área foliar, peso húmedo de la biomasa foliar, peso húmedo de la biomasa radicular del pasto Vetiver, a los noventa días después de la siembra, para los tres tratamientos, en el vivero de la GEE UIS "El Hangar".
- Establecer una recomendación en primera aproximación para el manejo de la fertilización del pasto Vetiver en suelos con las características físicas y fertilidad natural similares a la de los suelos estudiados.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO DE ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes de la planta Vetiver

Figura 1. Pasto vetiver



Fuente: autores

De las 10 especies de gramíneas ordinarias y perennes que se encuentra en las regiones tropicales del mundo y que pertenecen a la familia Andropogoneae, la (*Chrysopogon zizanioides*) ha demostrado ser la ideal para la conservación del suelo y la humedad. Tanto xerófita como hidrófila, la especie es capaz de soportar sequías extremas (tal vez debido al alto contenido de sal en la sabia de sus hojas) así como inundaciones por largos períodos. Tiene una variación del pH muy amplia, crece en cualquier tipo de suelo y se ha comprobado que no la afectan las temperaturas más extremas. El sistema radicular esponjoso de la planta fija el suelo hasta una profundidad de tres metros. Al formar una densa cortina

subterránea que sigue en las curvas del nivel del terreno las raíces impiden la formación de surcos o túneles.

Lo maravilloso de la planta es que una vez que se ha establecido el cerco se vuelve permanente por más de cincuenta años. Aunque cada franja tiene una o más líneas de cercos vivos de vetiver toda la orilla está protegida contra la erosión, porque cada línea protege a la que sigue en la rivera. Con este sistema una vez que los cercos se han establecido, no se necesita nuevas obras de protección y el mantenimiento es mínimo. El sistema no requiere obras de ingeniería y los mismos agricultores comuneros del cantón pueden hacer todo el trabajo ellos mismos.

Los procesos de depósito y socavación son activados de acuerdo con las magnitudes de la velocidad del agua. Con la crecientes del río, aumentan las velocidades de flujo y por tanto se incrementa el grado de fuerza de los procesos erosivos en contra de las márgenes del cantón; las mismas que al no poseer protección alguna que las defiendan de este fenómeno, han ido sufriendo la pérdida de áreas costeras muy significativas.

Las razones más importantes que dificultan las soluciones de forma permanente son el alto costo de las obras; por esta razón la Bio-Ingeniería Vetiver es la mejor alternativa para controlar y lograr la mitigación de los efectos de las crecientes, previniendo daños mayores y ofreciendo la mejor protección de las riberas de los ríos y los terrenos dedicados a la explotación agropecuaria.

Las barreras de vetiver sembradas a lo largo de las riberas actúan como disipadoras de energía que garantizan la estabilidad de las costas. Además, debido a la alta tolerancia que tiene el vetiver a condiciones extremadamente

adversas del suelo y a la toxicidad de los metales pesados, desempeña un papel importante en el campo de la protección ambiental⁴.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

ARCILLA: La arcilla es un material natural que está constituido por minerales en forma de granos. Puede ser un material muy moldeable al ser combinado con agua, por se le puede dar cualquier forma y luego, se endurece al secar o al ser sometida al calor. Por esas propiedades, la arcilla es ampliamente utilizada para realizar objetos cerámicos; de hecho, fue la primera cerámica realizada por el hombre y hasta hoy, uno de los materiales más utilizados.

ARENA: es un conjunto de partículas de rocas disgregadas. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros (mm). Una partícula individual dentro de este rango es llamada «grano de arena». Una roca consolidada y compuesta por estas partículas se denomina arenisca (o psamita). Las partículas por debajo de los 0,063 mm y hasta 0,004 mm se denominan limo, y por arriba de la medida del grano de arena y hasta los 64 mm se denominan grava.

EROSIÓN: Es la degradación y el transporte del suelo o roca que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra. Entre estos agentes está la circulación de agua o hielo, el viento, o los cambios térmicos. La erosión implica movimiento, transporte del material, en contraste con la disgregación de las rocas, fenómeno conocido como meteorización y es uno de los principales factores del ciclo geográfico. Puede ser incrementada por actividades humanas o

⁴ García, Rojas, José, Aldemar y Daza, Jiménez, Claudio, Rubén. 2010. Pasto vetiver para control de erosión y estabilización de taludes (Área de Investigación y Desarrollo), BIOMACOL & CONSULTORES S.A.S. Tolima, Colombia.

antropogénicas. La erosión produce el relieve de los valles, gargantas, cañones, cavernas y mesas.

ESTABILIZACIÓN: Llamamos estabilización de un suelo al proceso mediante el cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades, obteniéndose un firme estable, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones de clima más severas.

GRAMINEAS: Son una familia de plantas herbáceas, o muy raramente leñosas, perteneciente al orden Poales de las monocotiledóneas. Con más de 820 géneros y cerca de 12 100 especies descritas, las gramíneas son la cuarta familia con mayor riqueza de especies luego de las compuestas, las orquídeas y las leguminosas; pero, definitivamente, es la primera en importancia económica global. De hecho, la mayor parte de la dieta de los seres humanos proviene de las gramíneas, tanto en forma directa —granos de cereales y sus derivados, como harinas y aceites— o indirecta —carne, leche y huevos que provienen del ganado y las aves de corral que se alimentan de pastos o granos

INVERNADERO: es un lugar cerrado, estático y accesible a pie, que se destina a la producción de cultivos, dotado habitualmente de una cubierta exterior translúcida de vidrio o plástico, que permite el control de la temperatura, la humedad y otros factores ambientales para favorecer el desarrollo de las plantas. En la jardinería antigua española, el invernadero se llamaba estufa fría.

MACOLLAS: Conjunto de brotes originados en la base de un mismo pie de algunas plantas herbáceas.

POROSIDAD: Como consecuencia de la textura y estructura del suelo tenemos su porosidad, es decir su sistema de espacios vacíos o poros.

SISTEMA RADICULAR: Se denomina sistema radical o sistema radicular al conjunto de raíces de una misma planta. Según su origen y desarrollo se distinguen dos tipos de sistemas radiculares, los cuales están asociados a grupos diferentes de plantas.

SUELOS: Se denomina suelo a la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella. Los suelos son sistemas complejos donde ocurren una vasta gama de procesos físicos y biológicos que se ven reflejados en la gran variedad de suelos existentes en la tierra.

TEXTURA: La textura del suelo es la proporción en la que se encuentran distribuidas variadas partículas elementales que pueden conformar un sustrato

VETIVER: Es una planta perenne de la familia de las gramíneas, nativa de la India. El nombre de Vetiver es originario del idioma tamil. Se encuentran registros en la literatura tamil de usos del Vetiver con propósitos medicinales.

2.3 MARCO TEORICO

2.3.1 Clasificación Taxonómica del vetiver (*Chrysopogon zizanioides*)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Liliidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Chrysopogon*

Especie: *C. zizanioides*

2.3.2 Características morfológicas

- La planta de vetiver no tiene estolones ni rizomas funcionales. Su sistema de raíces finas y compactas crece muy rápido y en algunas aplicaciones puede alcanzar entre 10 y 12 pies de profundidad en el primer año. Este profundo sistema de raíces hace que la planta de vetiver sea extremadamente tolerante a las sequías y difícil de arrancar por fuertes corrientes.
- Tallos firmes y erguidos, que pueden soportar flujos de agua relativamente profundos.
- Muy resistente a plagas, enfermedades y al fuego.
- Forma una barrera densa cuando es plantado a corta distancia actuando como un filtro muy efectivo de los sedimentos y como un dispersor del agua de escorrentía.
- Nuevos brotes se forman desde la corona subterránea haciendo al vetiver resistente al fuego, heladas, tráfico y alta presión de pastoreo.
- Cuando es enterrado por los sedimentos atrapados, crecen nuevas raíces desde los nudos. El vetiver continuará creciendo hacia arriba con los sedimentos

depositados formando eventualmente terrazas, si el sedimento atrapado no es removido.

2.3.3 Características fisiológicas

- Tolerancia a variaciones climáticas extremas como sequía prolongada, inundaciones, sumersión y temperaturas extremas de -15°C a +55°C.
- Habilidad para rebrotar rápidamente después de haber sido afectado por sequías, heladas, salinidad y otras condiciones adversas al mejorar las condiciones del tiempo o se añadan correctivos al suelo.
- Tolerancia a un amplio rango de pH desde 3.3 a 12.5 sin enmiendas del suelo.
- Alto nivel de tolerancia a herbicidas y plaguicidas.
- Alta eficiencia en absorber nutrientes tales como N y P y metales pesados en aguas contaminadas.
- Muy tolerante a medios de crecimiento altos en acidez, alcalinidad, salinidad, sodicidad y magnesio.
- Alta tolerancia al Al, Mn y metales pesados tales como As, Cd, Cr, Ni, Pb, Hg, Se y Zn en los suelos.

Aunque técnicamente es un pasto, las plantas de vetiver usadas en la estabilización de terrenos se comportan más bien como árboles o arbustos de

rápido crecimiento. Las raíces del vetiver son, por unidad de área, más fuertes y profundas que las raíces de los árboles.

El sistema de raíces Vetiver es extremadamente profundo y forma una masa finamente estructurada que se extiende hacia abajo dos o tres metros en el primer año. En pendiente de relleno, muchos experimentos muestran que este pasto puede alcanzar 3.6m en 12 meses. (Nótese que el vetiver no penetra profundamente en la mesa de agua freática, por lo tanto, en sitios con mesa de agua alta, su sistema de raíces grueso y extenso, amarra el suelo y lo hace muy difícil de remover, y también extremadamente tolerante a la sequía.

Las raíces de vetiver, tan fuertes o más que las de muchas especies leñosas, tienen una fuerza de tensión alta, lo que ha demostrado ser positivo para el reforzamiento por las raíces en pendientes inclinadas.

Estas raíces tienen una fuerza de tensión promedio probada de alrededor de 75 Mpa, que es equivalente a 1/6 del reforzamiento con acero blando, y un incremento de la resistencia al corte de 39 % a una profundidad de 0.5m.

Las raíces de Vetiver pueden penetrar un perfil de suelo compactado como un "hardpan" o una capa de arcilla blocosa dura, muy comunes en suelos superficiales.

Cuando se plantan juntas y muy cercanas, las plantas de vetiver forman una barrera densa que reduce la velocidad del flujo y lo dispersan permitiendo un mayor tiempo para que este se infiltre en el terreno.

Al actuar como un filtro muy efectivo, las barreras de vetiver reducen la turbidez del escurrimiento superficial. Debido a que brotan nuevas raíces de los nudos que se quedan enterrados en el sedimento, el vetiver se adapta continuamente al

nuevo nivel de terreno. Se van formando terrazas en la cara superior de la barrera, este sedimento no debe ser removido nunca. El sedimento fértil usualmente contiene semillas de plantas locales, lo que facilita su restablecimiento.

El vetiver tolera variaciones climáticas y ambientales extremas, incluyendo sequías prolongadas, inundaciones y sumersión, y temperaturas extremas en un rango entre -14 y 55 ° C

Este pasto rebrota muy rápido después de exponerse a sequías, heladas, salinización y otras condiciones de suelo adversa cuando cesan o son eliminados los efectos adversos.

Desde el punto de vista de características ecológicas,⁵ afirma que el vetiver presenta un alto nivel de tolerancia a la acidez del suelo, salinidad, a la acumulación de sales con elevado contenido de iones sodio y condiciones sulfato ácidas (sedimentos o substratos orgánicos que se forman en condiciones de saturación de agua).

El vetiver además, es muy efectivo cuando se siembra a distancias cortas sobre hileras a través de las pendientes. Las líneas de contorno con vetiver pueden estabilizar pendientes naturales, pendientes de corte y de relleno y terraplenes de relleno. El vástago del vetiver dispersa la escorrentía superficial, reduce la erosión, y atrapa sedimentos que facilitan el crecimiento de especies nativas.

2.3.4 Características de los Suelos. El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Las

⁵ García, Rojas, José, Aldemar y Daza, Jiménez, Claudio, Rubén. 2010. Pasto vetiver para control de erosión y estabilización de taludes (Área de Investigación y Desarrollo), BIOMACOL & CONSULTORES S.A.S. Tolima, Colombia.

plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo.

El tamaño de las partículas minerales que forman el suelo determina sus propiedades físicas textura, estructura, porosidad y el color⁶.

Según su textura podemos distinguir tres tipos de suelos: arena, arcilla y limo. La arena es la que existe en los diversos ríos. Los suelos arenosos, como son más sueltos son fáciles de trabajar pero tienen pocas reservas de nutrientes aprovechables por las plantas.

Los suelos limosos tienen gránulos de tamaño intermedio son fértiles y fáciles de trabajar. Forman terrones fáciles de desagregar cuando están secos.

La arcilla son partículas muy finas y forman barro cuando están saturadas de agua. Los suelos arcillosos son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Son fértiles, pero difíciles de trabajar cuando están muy secos.

Entre las texturas francas se distinguen:

Franco-arenosa gruesa. Con un máximo del 15% de arcilla, de 15 al 35% entre limo y arcilla, y más del 45% de arena gruesa.

Franco-arenosa fina. Con un máximo del 15% de arcilla, de 15 al 35% entre limo y arcilla, y menos del 45% de arena gruesa.

⁶ Cepeda, Rey, J. 2002 Del Pozo, E. y Álvarez, A. 2000. Suelos, Abonos y Fertilizantes. UIS. Instituto De Educación a Distancia. INSED. Publicaciones UIS. Primera Edición

Franca. Con un máximo del 15% de arcilla, y más del 35% entre limo y arcilla (la cantidad de limo no debe superar el 45% de la composición total).

Franco-limosa. Con un máximo del 15% de arcilla, y más del 35% entre limo y arcilla (la cantidad de limo debe ser superior al 45% de la composición total).

Franco-arcillo-arenosa. Con un 15% a 25% de arcilla, más del 55% de arena, y menos del 25% de limo.

Franco-arcillosa. Con un 20 a 45% de limo, y entre 15 y 25% de arcilla.

Franco-arcillo-limosa. Con más del 45% de limo, y entre 15 y 25% de arcilla.

2.3.5 Suelo Franco Arenoso. La mayoría de las plantas crecen mejor en suelos francos arenosos, de acuerdo a la Universidad de Purdue. (Lisa Chinn) Estos tienen más arena que el suelo franco común. Este hecho altera su drenaje, textura y habilidad para retener nutrientes. Los jardineros pueden querer hacerlos menos arenosos o cultivar plantas que crezcan mejor en esas condiciones.

Textura. La Universidad de Purdue explica que el suelo franco tiene relativamente cantidades iguales de arena, arcilla y partículas de limo. Los suelos francos arenosos tienen mayor cantidad de partículas de arena, lo cual significa que este tiene partículas más grandes que aquellos que son menos arenosos. De acuerdo a la Universidad de Georgia, estas tienen un diámetro de 0,05 a 2,0 milímetros, lo cual le da una sensación de curso. Los suelos arenosos francos tienen más del 60% de contenido de arena.

Drenaje. La Sociedad de Horticultura de los Estados Unidos explica que los suelos arenosos tienen más drenaje que aquellos con más partículas pequeñas. La alta tasa de drenaje de los suelos arenosos puede hacer que algunas plantas

se marchiten aunque también son menos propensos a inundarse lo cual causa que las raíces se pudran. La suculenta y otras plantas del desierto crecen mejor en suelos francos arenosos.

Aireación. Los suelos con mucho drenaje, como los francos arenosos, tienden a tener una buena aireación también. De acuerdo a la universidad de Arizona, esta ayuda a los organismos en el suelo a sobrevivir. Estos frecuentemente benefician a las plantas ayudándolas a absorber los nutrientes.

Niveles de Nutrientes. Según el PPI⁷ y la FAR (Fundation Agronomic Research), 1988, los suelos arenosos no retienen los nutrientes, por lo que se recomienda agregar materia orgánica para mejorar los niveles presentes que por lo general son considerablemente bajos, en este tipo de suelos. Los fertilizantes sintéticos también ayudan a este propósito, pero tienen la desventaja de que son más costosos, se lavan fácilmente y usualmente terminan contaminando las fuentes de agua. Además logran percolarse demasiado rápido antes de que las plantas puedan aprovecharlos

2.3.6 Suelos Arenosos. El suelo se clasifica en tres categorías principales: pesado, medio y ligero. El suelo arenoso pertenece a la categoría ligero debido a su textura leve y de granos. Al cultivar pasto en un suelo arenoso, la Universidad Purdue recomienda regarlo frecuentemente, pero no en un gran volumen, ya que el exceso de agua sólo se escurrirá a través de este suelo poroso. No riegues de nuevo hasta que el pasto muestre los primeros signos de marchitez.

Textura. El suelo arenoso está compuesto por minúsculas partículas de piedra de 0,05 a 2 milímetros de diámetro y tiene una textura rasposa. Este es el tipo más

⁷ PPI (Potash & Phosphate Insitute), FAR (Fundación Agronomic Research) .1988. Manual de fertilidad de los suelos. Primera Edición en Español. 85pp.

ligero de todos los suelos, y por lo tanto es propenso a la erosión por el agua y el viento si no existen plantas vivas en él. Su textura ligera a veces lo convierte en la elección de los jardineros que buscan una opción frente a suelos más pesados. Ten precaución cuando añades arena a suelos arcillosos más pesados, ya que la combinación de ambos puede crear un suelo más duro, no más ligero.

Porosidad. El suelo arenoso, debido a su gran contenido de arena es el más poroso de todos los tipos de suelos, a menudo llamado "suelo hambriento" debido a su frecuente necesidad de agua y a la velocidad con que se seca. Por su alta porosidad, el suelo arenoso no es apto para plantas que requieren condiciones de suelo húmedas, a menos que se solucione primero con un material como musgo de turba para ayudar a retener la humedad. Su ventaja sobre otros tipos de suelos es su habilidad de calentarse rápidamente durante la primavera, permitiendo una fecha de siembra temprana si el clima es adecuado.

Nutrientes. El suelo arenoso es un suelo de tipo ácido, preferido por muchas plantas, pero en general carece de los nutrientes que lo hacen ideal como un medio fértil por sí mismo. Añadir materia orgánica, como compuesto de tu patio o estiércol, proveerá los nutrientes que las plantas necesitan para prosperar en este tipo de suelos. Cuánta corrección añades a tu suelo arenoso debe ser determinado por tus plantas y tu intención de cultivar en este suelo, y cuáles son los requerimientos de las plantas en cuanto a humedad y nutrientes.

2.4 MARCO DEMOGRAFICO

Esta investigación está dirigida a población en general y sectores con interés en manejo de gramíneas, para la conservación y protección del suelo y la implementación de la bioingeniería en el departamento de Santander.

3. DISEÑO METODOLOGICO

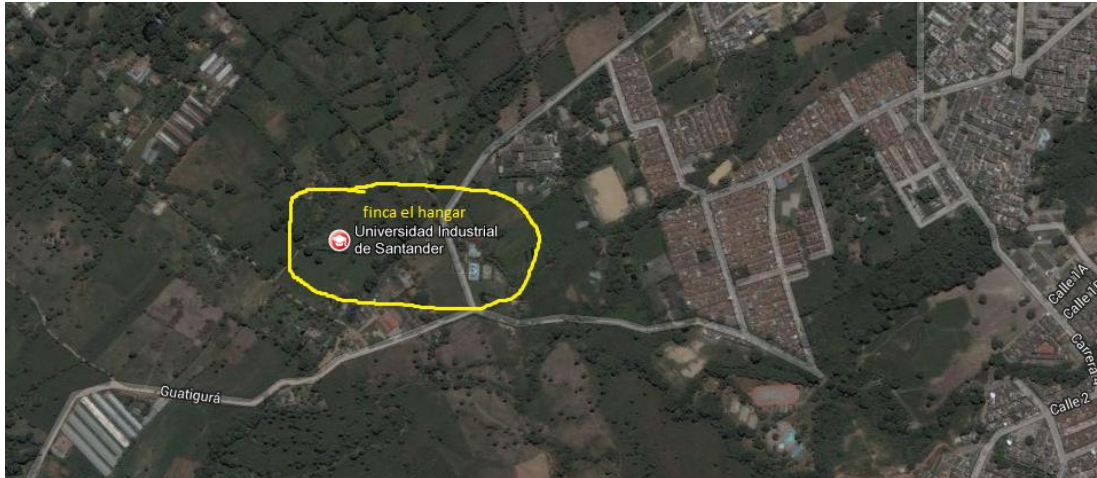
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio es de tipo Experimental cuantitativo y fue concebido para en el futuro dar apoyo a investigaciones tipo documental y de campo, en la elaboración de una propuesta alternativa para el establecimiento del Sistema Vetiver (SV) con fines de la conservación de áreas erosionadas, estabilización de taludes en vías y en el entorno de represas y redes fluviales y en la recuperación de áreas contaminadas por las actividades petroleras

3.2 LOCALIZACIÓN

El experimento se desarrolló durante el segundo semestre de 2014, bajo condiciones de invernadero, en la Granja Educativa Experimental “El Hangar” de propiedad de la Universidad Industrial de Santander-UIS, ubicada en el municipio de Piedecuesta (Santander, Colombia) a 6°59'37” de latitud norte y 73°04'53” de longitud oeste, a una altura de 1050 msnm, con temperatura promedio de 23° centígrados, precipitación anual promedio de los últimos 10 años de 1.800 mm, y una humedad relativa de 85% en la época lluviosa y 65% en la época seca (Figura 2)

Figura 2. Localización Geográfica de la GEE “El Hangar”



Fuente: Autores

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con arreglo de tratamientos de tipo factorial, donde se evaluaron tres sustratos con pasto vetiver; utilizando suelos de tres predios localizados en el municipio de Piedecuesta: finca “El Olimpo” (Vereda La Teja), Granja Educativa Experimental “El Hangar” (Vereda Guatiguará), finca “Los Ángeles” (Vereda Barro Blanco). En la Tabla 1, se explican los tres tratamientos replicados 4 veces para formar un total de 144 unidades experimentales. Las unidades experimentales fueron plantas del pasto vetiver sembradas en bolsas de polietileno con capacidad para 2.5 kg de suelo.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos utilizados en el ensayo

Tratamiento	Descripción del tratamiento
T1	Suelo proveniente de la finca “El Olimpo” (Piedecuesta, Santander)
T2	Suelo proveniente de la GEE “El Hangar” (Piedecuesta, Santander)
T3	Suelo proveniente de la finca “Los Ángeles” (Piedecuesta, Santander)

De cada localidad se tomaron muestras a una profundidad de 30 cm que fueron sometidas a análisis de laboratorio con el fin de determinar sus características físico-químicas, cuyos resultados se presentan en las Tablas 2, 3, 4.

Tabla 2. Características químicas y físicas del suelo utilizado como sustrato para el crecimiento del pasto Vetiver. Finca “El Olimpo”. Piedecuesta, Santander

Químicas	pH	M.O (%)	N (%)	P (PPM)	K meg/100g
	6.3 (LGA)	2.3 (B)	0.11 (B)	23.3 (M)	0.11 (B)
Interpretación	Acido (A)		Bajo (B)		
	Ligeramente acido (LGA)		Medio (M)		
	Alcalino (AIC)		Alto (A)		
Físicas				Partículas (%)	Arcilla 45%
					Arena 50%
					Limo 5%

Fuente. Laboratorio de suelos META

Tabla 3. Características químicas y físicas del suelo utilizado como sustrato para el crecimiento del pasto Vetiver. Granja Educativa Experimental UIS “El Hangar”

Químicas	pH	M.O (%)	N (%)	P (PPM)	K meg/100g
	6.1 (LGA)	5.0 (M)	0.25 (M)	42 (A)	0.13 (B)
Interpretación	Acido (A)		Bajo (B)		
	Ligeramente acido (LGA)		Medio (M)		
	Alcalino (AIC)		Alto (A)		
Físicas				Partículas (%)	Arcilla 20%
					Arena 45%
					Limo 35%

Fuente. Laboratorio de suelos META

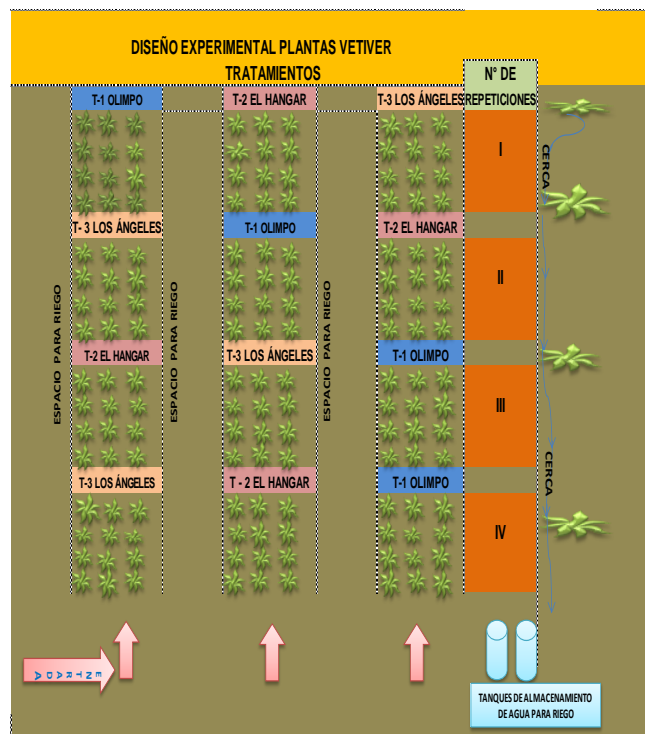
Tabla 4. Características químicas y físicas del suelo utilizado como sustrato para el crecimiento del pasto Vetiver. Finca “Los Ángeles”. Piedecuesta, Santander

Químicas	pH	M.O (%)	N (%)	P (PPM)	K meg/100g
	6.2 (LGA)	1.2 (B)	0.06 (B)	9 (B)	0.21 (M)
Interpretación	Acido (A)		Bajo (B)		
	Ligeramente acido (LGA)		Medio (M)		
	Alcalino (AIC)		Alto (A)		
Físicas				Partículas (%)	Arena 94%
					Limo 4%
					Arcilla 2%

Fuente. Laboratorio de suelos META y laboratorio de la UIS

Los tratamientos y las repeticiones se distribuyeron de la siguiente manera (Figura3)

Figura 3: Diagrama teórico de la experimentación a nivel de campo



Fuente: Autores

3.4 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

3.4.1 Toma de la muestra de suelos para su respectivo análisis fisicoquímico y para el llenado de las bolsas. Se realizó la observación y el reconocimiento de las fincas seleccionadas con el fin de conocer la aptitud del suelo y para la toma de las muestras de suelo que se convirtieron en el sustrato para el desarrollo del experimento a nivel de invernadero. En total se tomaron 25 sub-muestras de dos kilos de suelo a una profundidad de 30 cm, estas sub-muestras fueron homogenizadas hasta completar una muestra total de 50 kilos por cada finca. De estos 50 kilos se tomaron una muestra de 2 kilos con el fin de ser enviada al laboratorio de suelos para el respectivo análisis fisicoquímico. El resto de la muestra fue utilizado como sustrato de las bolsas para el desarrollo del experimento (Figura 4).

Figura 4. Llenado de las bolsas con los suelos obtenidos para la experimentación



Fuente: Autores

3.4.2 Preparación de esquejes para la siembra. Los hijuelos (esquejes) de Vetiver para efectuar la siembra del experimento provinieron de una macolla

madre establecida en la GEE “El Hangar” hace aproximadamente 4 años. De esa macolla se separaron los brotes de tal forma que cada hijuelo incluyera al menos tres brotes y una parte de corona (sistema de raíz desnuda). Después de la separación los hijuelos fueron seleccionados minuciosamente por peso, estado de desarrollo y grosor para asegurar su uniformidad, luego se cortaron de 20 cm de largo. Todo el material de hijuelos de propagación seleccionados fueron sometidos a un remojo previo y se ubicaron en forma vertical (parados) en una cama de estiércol líquido de ganado, acondicionada para tal fin, a una profundidad de 5 cm por el término de 48 horas, con el fin de ahorrar trabajo al plantar, acelerar y uniformizar el proceso de crecimiento de las plántulas. De igual manera se limpiarán las hojas muertas de los hijuelos (esquejes) con el propósito de asegurar la emergencia de nuevos brotes.

Figura 5. Preparación de esquejes para la siembra del experimento



Fuente: Autores

Figura 6. Esquejes sometidos al proceso de enraizamiento en pila de estiércol de ganado en descomposición



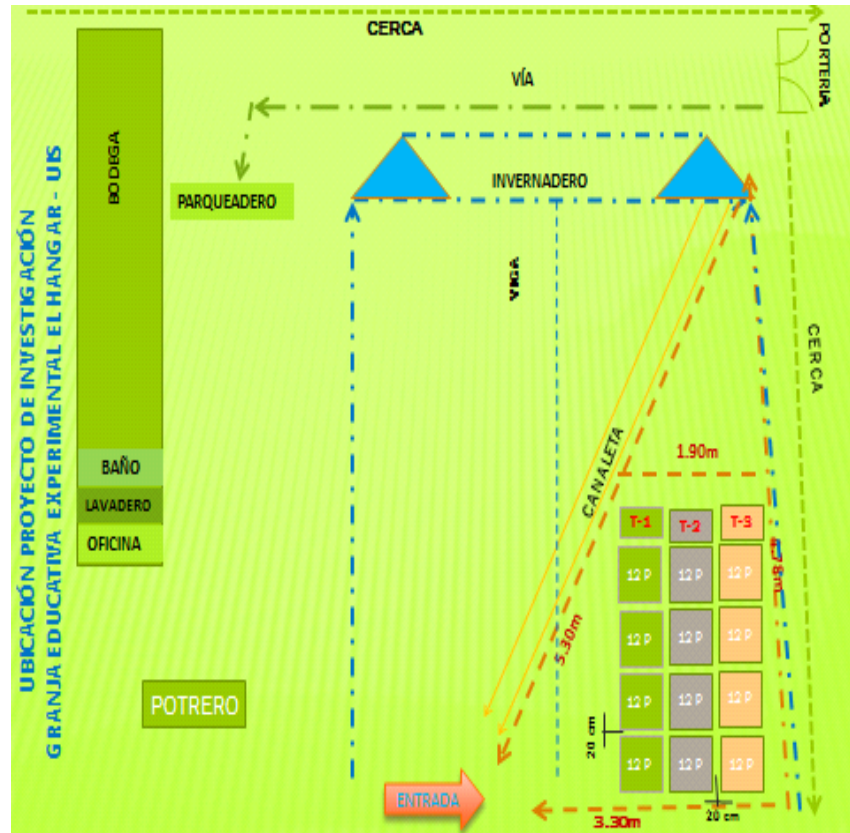
Fuente: Autores

3.4.3 Ubicación y adecuación del sitio donde se desarrollará la investigación.

Para ubicar y adecuar el sitio donde se estableció el experimento, se tomó el lugar del vivero de la Granja Educativa Experimental “El Hangar” UIS que ofrecía las mejores condiciones en cuanto a espacio y seguridad para evitar acciones externas que de una u otra forma pudieran alterar el desarrollo de la investigación. Se procedió después a hacer una limpieza marcación y restauración del piso, en razón a que no estaba, lo suficientemente nivelado para lograr el apoyo de las bolsas en el suelo.

En el establecimiento del experimento, se tomaron precauciones que evitaran el congestionamiento del vivero, de tal forma que quedara bien distribuido y organizado y con los espacios mínimos requeridos para darle un buen manejo a los tratamientos. El área ocupada fue de 15.2 m². El vivero ofrece las condiciones agroecológicas necesarias para el desarrollo de las plántulas (Figura 7).

Figura 7. Distribución del experimento dentro del vivero



Fuente: Autores

3.4.4 Siembra del experimento. El llenado de las bolsas se hizo manualmente con los suelos previamente establecidos para el desarrollo de la investigación y de acuerdo al diagrama de campo diseñado para tal fin. Una vez realizada esta operación se procedió a la siembra de un hijuelo (esqueje) por cada bolsa, a una profundidad de 5 cm, hasta completar las 144 bolsas de que consta el ensayo (Figura 8).

Figura 8. Siembra del experimento en bolsas de polietileno



Fuente: Autores

3.4.5 Riego. Una vez establecidos todos los esquejes se procedió a regar cada bolsa. Posteriormente se aplicó un riego diario durante los primeros 15 días después de la siembra para luego regar día de por medio de acuerdo a los requerimientos de agua del ensayo. Entre más agua tenga será más eficiente el crecimiento del pasto vetiver (Figura 8).

Figura 9. Riego de plantas establecidas en el experimento



Fuente: Autores

3.4.6 Fertilización. No se realizaron acciones de fertilización de las plántulas para asegurar que el efecto del desarrollo, crecimiento y rendimiento en biomasa del Pasto Vetiver sea producto de la fertilidad natural de los suelos seleccionados para el ensayo

3.4.7 Control de Malezas. El control de malezas fue realizado de forma manual, en aquellos sustratos que presentaron crecimiento de malezas y cuando realmente se requería (Figura 9).

Figura 10. Actividades desarrolladas para el control de malezas



Fuente: Autores

3.4.8 Control fitosanitario. Se realizó monitoreo permanentes, para la toma de decisiones de alguna medida de control cuando las plagas o enfermedades según su incidencia ameritaron hacerlo.

3.5 VARIABLES A EVALUAR

La evaluación de las variables consideradas dentro del proyecto se iniciará a partir de los 15 días después de la siembra (15 DDS) de los esquejes en las

bolsas, con una periodicidad de 15 días hasta los 90 días, tiempo requerido por el del pasto Vetiver a nivel de vivero para logra su desarrollo adecuado antes de ser plantado en el sitio definitivo. Se muestrearán 8 plantas por Tratamiento (2 plantas por repetición) para cada observación.

Las variables a medir serán: Altura de la planta (AP) en cm que se determinará en la hoja de mayor longitud (desde la base del suelo hasta el ápice de la hoja extendida); número de hojas por planta (NHP); Área foliar (AF) en cm^2 para lo cual se tomarán cuatro hojas de cada una de las 8 plantas evaluadas en cada tratamiento. Se seleccionaron las últimas hojas totalmente expandidas con el fin de excluir en el cálculo hojas muy nuevas o muy viejas. Para el cálculo del área foliar se tomaron los datos promedios de las medidas de largo y ancho de cada hoja y su estimativo correspondió al producto de las medidas lineales de sus hojas multiplicadas por un factor de conversión (0.5) de acuerdo con la fórmula establecida por Simpson para gramíneas menores (Sestak, et al,1971); longitud de la raíz (LR) en cm, esta información se tomará sobre la raíz de mayor longitud (desde el cuello del vástago hasta el meristemo apical de la misma); Peso de la biomasa húmeda aérea en gramos (PHBA) para lo cual se recortó el follaje de las plantas y se pesó en una balanza electrónica, biomasa húmeda radicular en gramos (PHBR) recortando y lavando las raíces con mucho cuidado para luego realizar el respectivo pesaje; y por último la Relación BR/BA) para establecer la distribución y asignación de biomasa relativa en el futuro.

3.6 RECOMENDACION EN PRIMERA APROXIMACIÓN PARA LA FERTILIZACIÓN DEL VETIVER EN SUELOS CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES A LAS ESTUDIADAS

Con el propósito de establecer una recomendación en primera aproximación para el manejo de la fertilización del pasto Vetiver en siembra a nivel de vivero como en siembra directa en campo, en sustratos y suelos con las características físicas y

fertilidad natural de los suelos estudiados, se tomó como base la cuantificación aproximada de la disponibilidad de nutrientes (análisis de suelos) y los requerimientos nutricionales de las plantas de vetiver, del potencial de producción del cultivo (120 toneladas de biomasa húmeda) y la eficiencia de la fertilización (60%).

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar las posibles diferencias entre los tratamientos evaluados. En aquellas variables donde se detectaron diferencias significativas, se realizaron pruebas de medias y el valor de probabilidad seleccionado en el estudio fue de $p < 0.05$. El análisis estadístico se realizó usando el paquete computarizado infostat (versión 1.0).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 EFECTO DE LOS TRES DIFERENTES TIPOS DE SUELO SOBRE LOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO DEL PASTO VETIVER.

4.1.1 Altura de la planta. En la Tabla 5 y Grafica 1; Se presentan los resultados obtenidos a través de curvas de respuesta a los tres tipos de suelo, en seis momentos de muestreo, para los tres tratamientos estudiados. El análisis de varianza a los 90 días después de la siembra, indica que no hubo diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 6). En general, el crecimiento del pasto vetiver en los tres tratamientos fue similar con un promedio de crecimiento (de 13.32 cm) quincenales para el tratamiento 1, para el tratamiento 2 (de 14.54 cm) y (de 14.19cm) para el tratamiento 3. Los mejores resultados de la variable altura de la planta en la etapa vegetativa del pasto vetiver se presentaron en el Tratamiento 2 (suelo de la GGE El Hangar) y los peores en el Tratamiento 3 (suelo de la finca Los Ángeles)

Tabla 5. Valores promedios para la variable altura de la planta (cm) en seis momentos de muestreo

Altura de la planta (cm)						
Tratamientos	15 DDS	30 DDS	45 DDS	60 DDS	75 DDS	90 DDS
T ₁ Suelo Finca El Olimpo	35.13	58.13	76.50	95.00	102.50	115.00a
T ₂ Suelo GEE El Hangar	30.63	57.50	102.25	106.63	107.86	117.88a
T ₃ Suelo Finca Los Ángeles	33.00	50.75	69.88	110.25	110.63	114.38a

Promedios con letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí, según Duncan al 5% de error

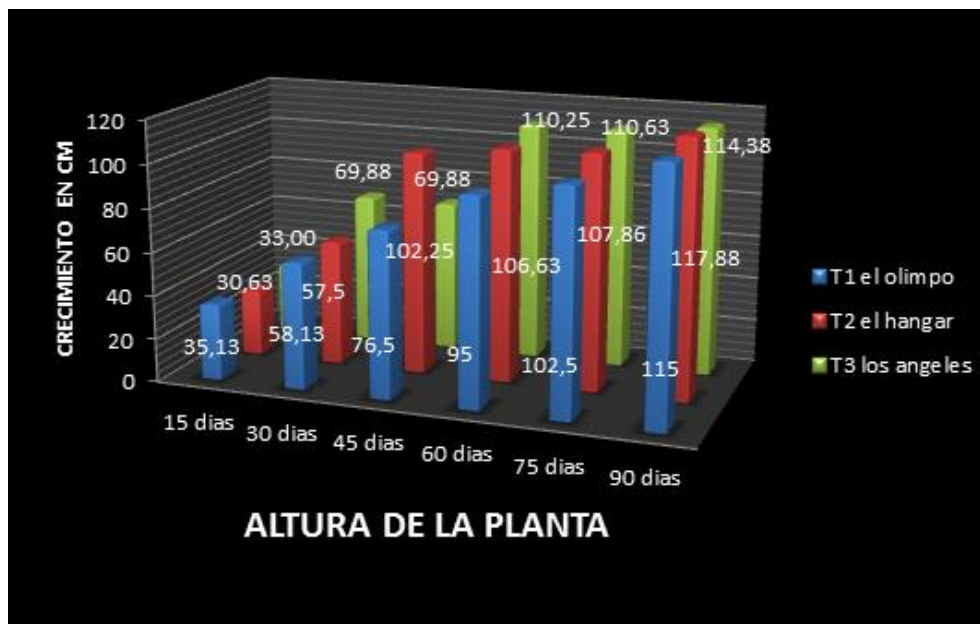
Tabla 6. Análisis de varianza para la altura de planta a los 90 DDS

Fuente de variación	GL	SC	CM	F. Calculado	Tablas
Tratamientos	2	184.54	92.27	1.35	5.14
Bloques	3	291.42	97.14		
Error experimental	6	410.96	68.49		
Total	11	886.92			

Estos resultados permiten apreciar que el pasto vetiver es una planta de amplia adaptabilidad a diversas condiciones de suelo desde livianos arenosos hasta suelos pesados y arcillosos. Sin embargo en la experimentación, los mejores aportes de nutrientes del suelo de la GEE El Hangar permitieron un mejor crecimiento del pasto vetiver, cuando se comparan entre sí.

En la utilización del pasto Vetiver, la altura constituye un elemento básico para el manejo, por la influencia que esta ejerce en su comportamiento agroecológico.

Grafico 1. Comportamiento de la variable altura de la planta en seis momentos de muestreo



4.1.2 Longitud de la raíz. Los resultados de la longitud de la raíz de la planta de vetiver en seis momentos de muestreo, para los tres tratamientos estudiados se observan en la Tabla 7 y Grafica 2. El análisis de varianza a los (90 días) después de la siembra, indica que no hubo diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 8). Como se ve el crecimiento de la raíz en promedios fue superior en el tratamiento 3 si lo comparamos con los tratamientos 1 y 2. En general, los tratamientos presentaron la misma tendencia en la etapa vegetativa del pasto vetiver (Grafica 2), sin embargo en el Tratamiento 3 (suelo de la finca Los Ángeles) el resultado es mejor al compararlo con los tratamientos 1 y 2 posiblemente debido a que el suelo arenoso por sus características físicas permite una mayor movilidad de crecimiento de las raíces.

Tabla 7. Valores promedios para la variable longitud de la raíz (cm) en seis momentos

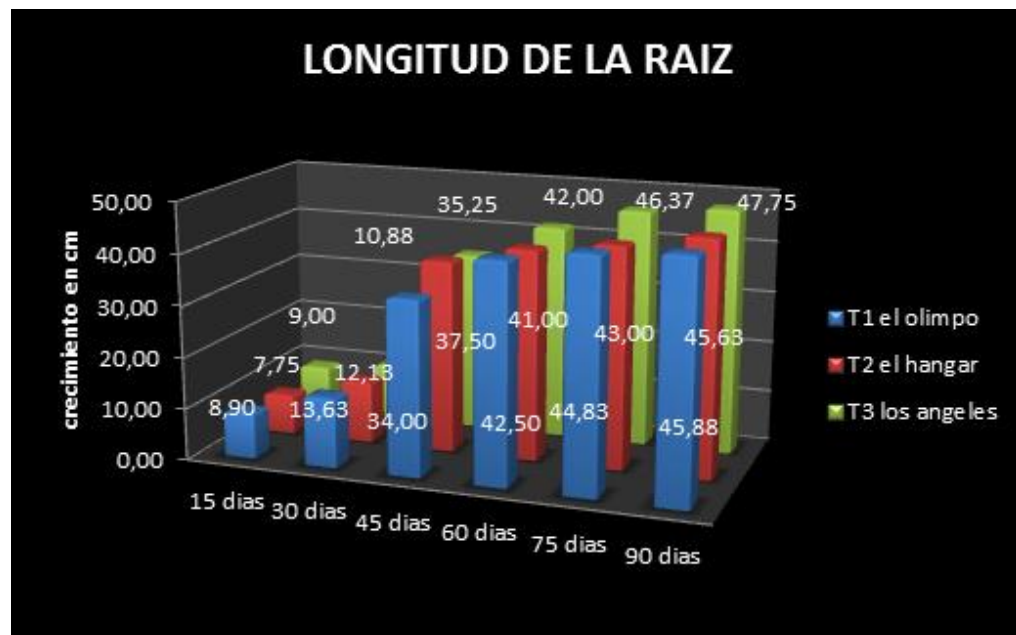
Longitud de la raíz (cm)						
Tratamientos	15 DDS	30 DDS	45 DDS	60 DDS	75 DDS	90 DDS
T ₁ Suelo Finca El Olimpo	8.90	13.63	34.00	42.50	44.83	45.88 a
T ₂ Suelo GEE El Hangar	7.75	12.13	37.50	41.00	43.00	45.63 a
T ³ Suelo Finca Los Ángeles	9.00	10.88	35.25	42.00	46.37	47.75 a

Promedios con letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí, según Duncan al 5% de error

Tabla 8. Análisis de varianza para la longitud de la raíz a los 90 DDS

Fuente de variación	GL	SC	CM	F. Calculado	Tablas
Tratamientos	2	309.52	154.76	0.76	5.14
Bloques	3	527.12	175.71		
Error experimental	6	1218.84	203.04		
Total	11	2055.48			

Grafico 2. Comportamiento de la variable longitud de la raíz en seis momentos de muestreo



4.1.3 Número de hojas por planta. Los resultados del número de hojas por planta del pasto vetiver en los seis momentos de muestreo, para los tres tratamientos estudiados se observan en la Tabla 9 y Grafica 3. El análisis de varianza a los 90 días después de la siembra, indica que no hubo diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 10). Los resultados indican que es muy escasa la diferencia del número de hojas entre los tratamientos, sobresaliendo los tratamientos 1 y 2 de acuerdo con el tratamiento 1, posiblemente por el aporte que estos dos tipos de suelo hacen en cuanto a nutrición se refiere, especialmente en N, P y K.

Tabla 9. Valores promedios de la variable número de hojas por planta en seis momentos de muestreo

Longitud de la raíz (cm)						
Tratamientos	15 DDS	30 DDS	45 DDS	60 DDS	75 DDS	90 DDS
T ₁ Suelo Finca El Olimpo	3.13	5.13	5.50	5.75	6.88	7.50a
T ₂ Suelo GEE El Hangar	4.00	4.50	4.88	5.38	6.63	7.75a
T ₃ Suelo Finca Los Ángeles	3.25	4.00	4.38	5.00	6.25	7.63a

Promedios con letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí, según Duncan al 5% de error

Tabla 10. Análisis de varianza para el número de hojas por planta a los 90 DDS

Fuente de variación	GL	SC	CM	F. Calculado	Tablas
Tratamientos	2	0.13	0.06	1.35	5.14
Bloques	3	7.56	2.52		
Error experimental	6	2.38	0.40		
Total	11	10.07			

Grafica 3. Comportamiento de la variable número de hojas por planta en seis momentos de muestreo



4.2 EFECTO DE LOS TRES DIFERENTES TIPOS DE SUELO SOBRE LOS PARAMETROS ÁREA FOLIAR Y RENDIMIENTO EN BIOMASA DEL PASTO VETIVER

4.2.1 Área foliar, peso Húmedo biomasa aérea, peso húmedo biomasa radicular y relación biomasa radicular/biomasa aérea. En la Tabla 11, aparecen los resultados de los valores promedios del área foliar, peso Húmedo biomasa aérea, peso húmedo biomasa radicular y relación biomasa radicular/biomasa aérea, para los tres tipos de suelo, a los 90 días después de la siembra. El análisis de varianza indica que no se presentan diferencias significativas para las variables área foliar (AF) y peso húmedo de la biomasa radicular, pero sí en la variable peso húmedo área foliar, es decir que los tipos de suelo ni las repeticiones influyen para que el vetiver desarrolle mayor área foliar y sobre la producción de biomasa radicular, pero si en la producción de biomasa foliar. En la prueba de medias se observa que el suelo de la finca Los Ángeles (T₃) presentó la mayor área foliar; los suelos de la GEE El Hangar (T₂) fue la que presentó la segunda área foliar; mientras que los suelos de la finca El Olimpo fue la que presentó la menor área foliar (Grafica 4). Esto puede explicarse porque los suelos por su contenido de arena permitieron un mejor desarrollo de las raíces y en consecuencia del área foliar.

Tabla 11. Valores promedios de las variables área foliar, peso húmedo biomasa aérea, peso húmedo biomasa radicular a los 90DDS

	AF (cm ²)	PHBA (gr)	PHBR (gr)	BR/B
Tratamientos				
T ₁ Suelo Finca El Olimpo	10.93	13.25 ab	7.75	0.58 a
T ₂ Suelo GEE El Hangar	12.13	12.75 a	8.12	0.64 a
T ₃ Suelo Finca Los Ángeles	14.50	19.75 c	10.5	0.53 a

Promedios con letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí, según Duncan al 5% de error

Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros área foliar, peso húmedo biomasa aérea, peso húmedo biomasa radicular a los 90 DDS

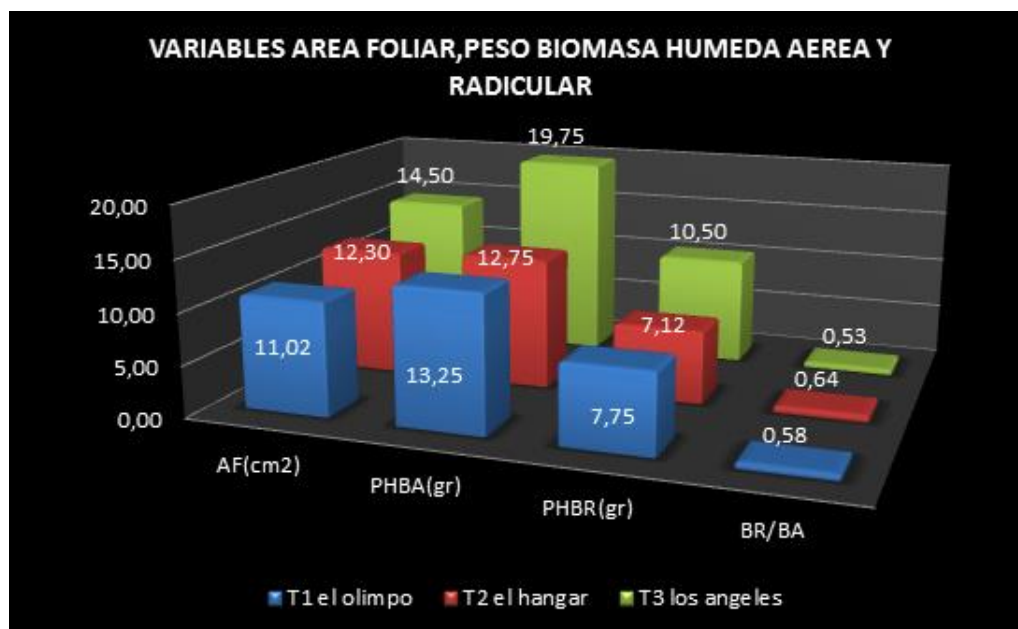
Cuadrados medios				
Fuente de variación	GL	AF (cm)	PHBA (gr)	PHBR (gr)
Tratamientos	2	13.19	61.00*	5.81 NS
Bloques	3	4.85	8.92	3.72 NS
Error experimental	6	5.67	9.25 NS	3.72 NS
Total	11			

G.L: Grados de libertad; AF: área foliar; PHBA: Peso húmedo biomasa aérea; PHBR: Peso húmedo biomasa radicular.

*Diferencia significativa al 5%

Por la importancia que tiene el pasto vetiver para cubrimiento de los suelos en el control de la erosión y en el uso de su uso biomasa aérea como biomasa radicular para artesanías y producción de aceites esenciales, en su relación biomasa/ biomasa radicular, los suelos arenosos como los de la finca Los Ángeles, de conforme a los resultados, con un plan de fertilización, son una opción para ser incluido en los sistemas de producción del vetiver, tanto en siembra en vivero como en siembra directa en campo.

Grafico 4. Comportamiento de las variables Área foliar, peso húmedo biomasa aérea, peso húmedo biomasa radicular



4.2.2 Recomendación en primera aproximación para la fertilización natural para los suelos estudiados. Se considera que la textura y contenido de materia orgánica de los suelos son factores importantes en relación con la lixiviación, ya que la capacidad de intercambio catiónico de un suelo está en función de la clase y cantidad de arcilla y materia orgánica presentes en los suelos.

Como los tres tipos de suelos estudiados presentan niveles bajos de materia orgánica, medios a bajos de fósforo y medios a bajos de potasio, el laboratorio de análisis de suelos (Laboratorio de Suelos, de la Universidad Industrial de Santander) recomienda en primera aproximación una fertilización después de germinado y establecido el pasto con la siguiente mezcla de 400 kg de abono orgánico + 100 kg de DAP /Ha. A los dos meses después de la siembra y cuando este en buen desarrollo de follaje, cambiar el DAP por úrea en dosis igual a 100kg de DAP/Ha, y realizarla en fertilizaciones trimestrales. Para el caso del suelo de la finca Los Ángeles se debe subir la dosis de abono orgánico a 700 Kg

por hectárea. Para todos los suelos es importante la aplicación de sulfato de magnesio para reducir la relación Ca/Mg que para todos los casos esta alta.

5. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la investigación, se observaron cambios visibles de crecimiento de la planta de vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), en los tres diferentes tipos de suelos utilizados, y en todos los momentos de muestreo, lo que quiere decir que el Vetiver se desarrolla bien en estos tipos de suelo.

La variable altura de la planta, en cada tratamiento fue similar y homogéneo, no se presentó una significativa diferencia durante los noventa días de desarrollo de la investigación, pero si alcanzando una altura normal a la que indica la especie.

En la variable de crecimiento radicular, las plantas no presentaron una diferencia significativa, en el desarrollo de su crecimiento, se puede deducir que; en el suelo arenoso, el sistema radicular es más libre para sus raíces, ya que este tipo de suelos por su característica le permite una mayor movilidad de crecimiento radicular, a diferencia de los suelos arcillosos arenosos y arenosos pero no influye en que la planta obtenga una mayor longitud de sus raíces.

Los mayores resultados en cuanto a (área foliar, peso húmedo de biomasa aérea y peso húmedo de biomasa radicular) se obtuvieron en el suelo de la finca Los Ángeles, que presentó una textura arenosa. Esto indica que suelos con textura arenosa son especiales para el desarrollo del vetiver a nivel de vivero.

Las hojas del vetiver debido a cierta característica de rigidez y posición vertical, nos permite evaluar que, por estas características fisiológicas es una excelente planta para proteger el suelo de las lluvias y para ser utilizada como barrera rompe-vientos de cultivos, ya que estas bajan el flujo y velocidad de las corrientes de aire.

Las plantas de vetiver, arrojaron resultados importantes, no significativamente de un tipo de suelo a otro, pero las relaciones planta - suelo, especialmente en la nutrición mineral indican que fueron tolerantes a un rango de PH ligeramente ácido en los tres tipos de suelos y con un bajo contenido de materia orgánica.

6. RECOMENDACIONES

En general en los suelos estudiados se debe hacer incorporación de materia orgánica para que en su proceso de descomposición libere compuestos que contribuyan a la fertilidad del suelo a través del suministro de nutrientes. Con esta práctica además, se beneficia el crecimiento y desarrollo de las plantas de vetiver, el mejoramiento de las propiedades físicas a través desarrollo de una estructura de tipo granular, el aumento de la capacidad de retención de humedad evitando los riegos de pérdida de nutrientes por lavado.

BIBLIOGRAFIA

ALTIERI, M. Y C. NICHOLLS. 2008. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. Agroecología

AMARO, J.A.; GARCÍA, E.; HENRÍQUEZ, J.F. (2004). Análisis del crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas del pasto "mulato" (*Brachiaria* híbrido, cv.). *Tecnología Pecuaria Mexicana* 42 (3): 447-458

ANSORENA M, J. 1994. Sustratos: propiedades y caracterización, Madrid: Ediciones Mundi Prensa. 172p.

BARRAZA, F.; FISCHER, G.; CARDONA, C.E. (2004). Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 22 (1): 81-90.

CALDERÓN, A., SOTO F., CALDERÓN, M. Y FUNDORA L. R. 2009. Estimación de Área Foliar en Posturas de Mango (*Mangifera indica* L.) y Aguacatero (*Persea* spp) en Fase de Vivero a partir de las Medidas Lineales de las Hojas. *Cultivos Tropicales*, Vol.30, No.1, p 43-48.

Características del suelo franco arenoso (escrito por Lisa Chinn)
http://www.ehowenespanol.com/caracteristicas-del-suelo-franco-arenoso-lista_125088/

CEPEDA, REY, J. 2002 Del Pozo, E. y Álvarez, A. 2000. Suelos, Abonos y Fertilizantes. UIS. Instituto De Educación a Distancia. INSED. Publicaciones UIS. Primera Edición

DICK, GRIMSHAW. 2011. El Sistema Vetiver y El Cambio Climático.

RAMÍREZ El vetiver en ecología e ingeniería. (enraizandoltda@gmail.com)
<http://www.taringa.net/posts/info/13345308/El-pasto-vetiver-en-ecologia-e-ingenieria.html>

FAO. Estimación del área foliar de la *Leucaena leucocephala* de la masa seca de sus hojas.

GARCÍA, ROJAS, José, Aldemar y Daza, Jiménez, Claudio, Rubén. 2010. Pasto vetiver para control de erosión y estabilización de taludes (Área de Investigación y Desarrollo), BIOMACOL & CONSULTORES S.A.S. Tolima, Colombia.

HERRERA, J.W. & Aaristizábal, L.M. (2003). "Dinámica del crecimiento y desarrollo foliar en híbridos y cultivariedades de plátano". En: *Boletín FITOTECNIA*, 076. 2 p.

PPI (Potash & Phosphate Institute), FAR (Fundación Agronomic Research) .1988. Manual de fertilidad de los suelos. Primera Edición en Español. 85pp.

SESTAK, Z.; J. CATSKY AND P.G. JARVIS, 1971. Plant Photosynthetic Production. Dr. W. Junk. N. V. Publishers, The Hague. 589 pp.

VETIVER Grass Traducción de la tercera edición del original en inglés,: The Hedge against Erosión, publicada en febrero de 1990.
http://www.vetiver.org/PUBLICATIONS/TVN_GreenSpan.pdf


ANEXOS

Anexo A. Ficha el Angar de la UIS



NOMBRE: OSCAR JULIAN ESTEVEZ NEIRA	FINCA: EL ANGAR DE LA UIS
DIRECCION:	VEREDA: GUATIGUARA
TELEFONO: 3163965611	MUNICIPIO: PIEDRA CLAYSTA
FECHA DE RECIBO: AGOSTO 06 DE 2014	FECHA DE ENTREGA: AGOSTO 18 DE 2014
ANALISIS: COMPLETO / CULTIVO PASTO VETIVER	N DE MUESTRA: 001 CODIGO: 1678

RESULTADOS OBTENIDOS				
ANALISIS	UNIDAD DE MEDIDA	CODIGO		NIVELES NORMALES
TEXTURA	-	Franco Arcillo Arenoso		FRANCO
PH	-	6.1		5.5 - 6.5
CIC	Meg/100gr	22		15 - 30
Materia orgánica (M.O)	%	5.0		3 - 5
Carbono Orgánico (C)	%	2.9		1.70 - 2.90
Nitrógeno Total (NT)	%	0.25		0.15 - 0.25
Fósforo Asimilable (P)	p.p.m	42		15 - 30
Potasio Soluble (K)	Meg/100gr	0.13		0.15 - 0.30
Calcio (Ca)	Meg/100gr	8.2		3 - 6
Magnesio (Mg)	Meg/100gr	4.3		1.50 - 2.50
Aluminio (Al)	Meg/100gr	-		0
Sodio (Na)	Meg/100gr	-		Menor de 1
Azufre (S)	p.p.m	-		15 - 30
Hierro (Fe)	p.p.m	8.0		10 - 20
Manganeso (Mn)	p.p.m	3.5		5 - 10
Boro (B)	p.p.m	0.10		0.20 - 0.60
Cobre (Cu)	p.p.m	0.58		1 - 3
Zinc (Zn)	p.p.m	2.5		2 - 4
METODOS ANALITICOS			OBSERVACIONES	
TEXTURA	Dispersión con Exametafosfato y Carbonato de Sodio, lectura con Hidrómetro (Bouyoucos)		Suelo de reacción ligeramente ácido con medio saturado complejo de cambio (57%). Altos contenidos de Ca y de Mg, con relación Ca/Mg desequilibrada (1.9) y alto % de saturación de Ca (37%) en el colóide. Alto el contenido de P disponible, y bajo el K soluble con buen % de M.O en suelo de textura media. Con Microelementos Fe, Mn, B, Cu, Zinc limitantes.	
PH	Lectura potenciométrica en solución de Agua Destilada suelo relación 1:1			
C.I.C	Extracción con Acetato de Amonio 1N y neutro. Valoración volumétrica con Hidróxido de Sodio 0.1 normal			
C	Oxidación con Dicromato de Potasio en medio fuertemente ácido. Determinación colorimétrica.			
N	Método colorimétrico: Walkley Black.			
S	Extracción con Fosfato Monocálcico y valoración turbidimétrica del Sulfato de Bario.			
K Soluble	Extracción con Agua Destilada y valoración reflectométrica, previo tratamiento con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.			
K Intercambiable	Extracción con acetato de Amonio Normal y Neutro y valoración reflectométrica por precipitado del Ion Potasio con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.			
Ca Y Mg	Determinación complexométrica con Verseno previa extracción del elemento con Acetato de Amonio 1N normal.			
Al Intercambiable	Extracción con KCL. Valoración de solución estandarizada en presencia de Fenofaleina y titulación con HCL 0.1N.			
P Disponible	Muestra tratada con solución extractora de HCL 0.1 N más Fluoruro de Amonio (NH4F) 0.03 N. Bray II.			
Mn, Fe, Zn, Cu	Extracción con Acetato de Amonio 1N y Neutro, se valora reflectométricamente.			
B	Extracción con Fosfato Monocálcico y valoración calorimétrica con Azometina H.			


JAIME CEPEDA REY
 Agrónomo
 TP 5029 Min Agricultura
 Director Laboratorio

Anexo B. Ficha Finca el Olimpo



NOMBRE: OSCAR JULIAN ESTEVEZ NEIRA	FINCA: EL OLIMPO
DIRECCION:	VEREDA: LA TEJA
TELÉFONO: 3163955811	MUNICIPIO: PIEDECUESTA
FECHA DE RECIBO: AGOSTO 06 DE 2014	FECHA DE ENTREGA: AGOSTO 18 DE 2014
ANÁLISIS: COMPLETO / CULTIVO PASTO VETIVER	N DE MUESTRA: 001 CODIGO: 1679

RESULTADOS OBTENIDOS				
ANÁLISIS	UNIDAD DE MEDIDA	CÓDIGO		NIVELES NORMALES
TEXTURA	-	Arenoso		FRANCO
PH	-	6.3		5.5 - 6.5
CIC	Meg/100gr	25		15 - 30
Materia orgánica (M.O)	%	2.3		3 - 5
Carbono Orgánico (C)	%	1.3		1.70 - 2.90
Nitrógeno Total (NT)	%	0.11		0.15 - 0.25
Fósforo Asimilable (P)	p.p.m	23.3		15 - 30
Potasio Soluble (K)	Meg/100gr	0.11		0.15 - 0.30
Calcio (Ca)	Meg/100gr	8.1		3 - 6
Magnesio (Mg)	Meg/100gr	3.0		1.50 - 2.50
Aluminio (Al)	Meg/100gr	-		0
Sodio (Na)	Meg/100gr	-		Menor de 1
Azufre (S)	p.p.m	-		15 - 30
Hierro (Fe)	p.p.m	20.5		10 - 20
Manganeso (Mn)	p.p.m	8.0		5 - 10
Boro (B)	p.p.m	0.05		0.20 - 0.60
Cobre (Cu)	p.p.m	0.37		1 - 3
Zinc (Zn)	p.p.m	2.2		2 - 4
MÉTODOS ANALÍTICOS			OBSERVACIONES	
TEXTURA	Dispersión con Exametafosfato y Carbonato de Sodio, lectura con Hidrómetro (Bouyoucos)		Suelo de reacción ligeramente ácido con medio y desaturado complejo de cambio (44.8%). Altos contenidos de Ca y óptimo el Mg, con relación Ca/Mg desequilibrada (2.7) y alto % de saturación de Ca (32.4%) en el coloidal, medio el contenido de P disponible, y bajo el K soluble con bajo % de M.O. en suelo de textura pesada. Con Microelementos Fe, Mn, B, Cu, Zinc limitantes.	
PH	Lectura potenciométrica en solución de Agua Destilada suelo relación 1:1			
C.I.C	Extracción con Acetato de Amonio 1N y neutro. Valoración volumétrica con Hidróxido de Sodio 0.1 normal.			
C	Oxidación con Dicromato de Potasio en medio fuertemente ácido. Determinación colorimétrica.			
N	Método colorimétrico: Walkley Black.			
S	Extracción con Fosfato Monocálcico y valoración turbidimétrica del Sulfato de Bario.			
K Soluble	Extracción con Agua Destilada y valoración reflectométrica, previo tratamiento con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.			
K Intercambiable	Extracción con acetato de Amonio Normal y Neutro y valoración reflectométrica por precipitado del Ion Potasio con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.			
Ca Y Mg	Determinación complexométrica con Verseneo previa extracción del elemento con Acetato de Amonio 1N normal.			
Al Intercambiable	Extracción con KCL. Valoración de solución estandarizada en presencia de Fenofaleína y titulación con HCL 0.1N.			
P Disponible	Muestra tratada con solución extractora de HCL 0.1 N más Fluoruro de Amonio (NH ₄ F) 0.03 N. Bray II.			
Mn, Fe, Zn, Cu	Extracción con Acetato de Amonio 1N y Neutro, se valora reflectométricamente.			
B	Extracción con Fosfato Monocálcico y valoración calorimétrica con Azometina H.			



JAIME CEPEDA REY
 Agrónomo
 TP 8020 Min Agricultura
 Director Laboratorio.

Anexo C. Ficha Finca Los Ángeles




NOMBRE OSCAR JULIAN ESTEVEZ NEIRA	FINCA: Los Angeles
DIRECCION:	VEREDA: BARRO BLANCO
TELEFONO: 3163955811	MUNICIPIO: PIEDECUESTA
FECHA DE RECIBO: AGOSTO 06 DE 2014	FECHA DE ENTREGA: AGOSTO 18 DE 2014
ANALISIS: COMPLETO / CULTIVO: PASTO VETIVER	N DE MUESTRA: 001 CODIGO: 1680

RESULTADOS OBTENIDOS			
ANALISIS	UNIDAD DE MEDIDA	CODIGO	NIVELES NORMALES
TEXTURA	-	Franco Arcillo Arenoso	FRANCO
PH	-	6.2	5.5 - 6.5
CIC	Meg/100gr	20	15 - 30
Materia orgánica (M.O)	%	1.2	3 - 5
Carbono Orgánico (C)	%	0.73	1.70 - 2.90
Nitrógeno Total (NT)	%	0.06	0.15 - 0.25
Fósforo Asimilable (P)	p.p.m	49	15 - 30
Potasio Soluble (K)	Meg/100gr	0.21	0.15 - 0.30
Calcio (Ca)	Meg/100gr	5.7	3 - 6
Magnesio (Mg)	Meg/100gr	1.5	1.50 - 2.50
Aluminio (Al)	Meg/100gr	-	0
Sodio (Na)	Meg/100gr	-	Menor de 1
Azufre (S)	p.p.m	-	15 - 30
Hierro (Fe)	p.p.m	10	10 - 20
Manganeso (Mn)	p.p.m	3.0	5 - 10
Boro (B)	p.p.m	0.05	0.20 - 0.60
Cobre (Cu)	p.p.m	0.66	1 - 3
Zinc (Zn)	p.p.m	1.0	2 - 4
METODOS ANALITICOS		OBSERVACIONES	
TEXTURA	Dispersión con Exametafosfato y Carbonato de Sodio, lectura con Hidrómetro (Bouyoucos)	Suelo de reacción ligeramente ácida con medio y desaturado complejo de cambio (37%), medios contenidos de Ca y óptimo el Mg, con relación Ca/Mg equilibrada (3.8) y medio % de saturación de Ca (28%) en el colide. Alto el contenido de P disponible, y bajo el K soluble con bajo % de M.O, en suelo de textura media. Con Microelementos Fe, Mn, B, Cu, Zinc limitantes.	
PH	Lectura potenciométrica en solución de Agua Destilada suelo relación 1:1		
C.I.C	Extracción con Acetato de Amonio 1N y neutro. Valoración volumétrica con Hidróxido de Sodio 0.1 normal.		
C	Oxidación con Dicromato de Potasio en medio fuertemente ácido. Determinación colorimétrica.		
N	Método colorimétrico: Walkley Black.		
S	Extracción con Fosfato Monocálcico y valoración turbidimétrica del Sulfato de Bario.		
K Soluble	Extracción con Agua Destilada y valoración reflectométrica, previo tratamiento con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.		
K Intercambiable	Extracción con acetato de Amonio Normal y Neutro y valoración reflectométrica por precipitado del Ion Potasio con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.		
Ca Y Mg	Determinación complexométrica con Verseno previa extracción del elemento con Acetato de Amonio 1N normal.		
Al Intercambiable	Extracción con KCL. Valoración de solución estandarizada en presencia de Fenofaleina y titulación con HCL 0.1N		
P Disponible	Muestra tratada con solución extractora de HCL 0.1 N más Fluoruro de Amonio (NH4F) 0.03 N. Bray II.		
Mn, Fe, Zn, Cu	Extracción con Acetato de Amonio 1N y Neutro, se valora reflectométricamente.		
B	Extracción con Fosfato Monocálcico y valoración calorimétrica con Azometina H.		


JAIME CEPEDA REY
 Agrónomo
 TP 8026 Min Agricultura
 Director Laboratorio.

Anexo D. Resultado Análisis de Suelos

	LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS CONVENIO GOBERNACIÓN DE SANTANDER-UIS RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS	Codigo: F-LQS-24
		Version: 01
		Página 1 de 1

Cliente:	Oscar Estévez	Fecha de Ingreso de la muestra:	Noviembre 18 de 2014	Departamento:	Santander	Municipio:	Piedecuesta
Entidad:	N.S	Fecha de Análisis:	Noviembre 21 de 2014	Vereda:	Barro Blanco	Cultivo:	N.S
Dirección:	N.S	Fecha de Emisión de Resultado:	Noviembre 21 de 2014	C.E.		Finca:	Los Ángeles
Análisis solicitado:	Caracterización	Elementos Menores:	Azufre	C.I.C.			

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

Cód. Muestra	pH Unid	%C	P (ppm)	Ca	Mg	Na	K	Al	%Arena	%Limo	%Arcilla	Textura	B	Fe	Mn	Cu	Zn	S	CIC meq/100g	CE mehos/cm
				meq/100g suelo									(ppm)							
14-1556	N.S.C	N.S.C	N.S.C	N.S.C	N.S.C	N.S.C	N.S.C	N.S.C	94	4	2	Arenoso	N.S.C	N.S.C	N.S.C	N.S.C	N.S.C	N.S.C	N.S.C	N.S.C

PARÁMETROS	MÉTODO ANALÍTICO	NOTAS	ABREVIATURAS
<p>pH: Potencial de Hidrogeno C: Carbono P: Fosforo disponible Ca, Mg, Na, K % Textura B: Boro Fe, Mn, Cu, Zn S: Azufre CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico CE: Conductividad Eléctrica</p>	<p>Electrométrico: Relación 1:1 Agua destilada Colorimétrico: Walkley Black $K_2Cr_2O_7-H_2SO_4$ Colorimétrico: Bray II. HCl 0,1 N-NH₄F 0,03 N Absorción Atómica: Extracción: Acetato de Amonio Bouyoucos: Agua destilada Colorimétrico: Extracción Fosfato Monocálcico Absorción Atómica: Extracción con DTPA Turbidimétrico: Extracción Fosfato Monocálcico Extracción: Acetato de Amonio Electrométrico: Agua destilada</p>	<p>Nota 1: Los resultados almacenados en la base de datos y los enviados por fax ó e-mail se conservarán durante tres meses a partir de la entrega de los mismos. Nota 2: Prohibida la reproducción total o parcial de este documento. Nota 3: Estos resultados son válidos únicamente para las muestras suministradas por el cliente. Nota 4: Los métodos analíticos aplicados en el laboratorio son válidos únicamente para muestras de suelos, y no a otros materiales de características físicas similares. Nota 5: La contramuestra de la muestra analizada se almacenará por un periodo de tiempo de 2 meses a partir de la fecha de emisión del resultado. Nota 6: Información y muestra suministrada por el cliente. Nota 7: Favor comunicar su sugerencia, observación o reclamo al teléfono 6324861 ó al correo electrónico: laboratorioquimicosuelos_uis@yahoo.com</p>	<p>N.D: No Detectable a la mínima concentración establecida por el método. N.S: No Suministrado por el Cliente. N.A: No Aplica. N.S.C: No Solicitado por el Cliente.</p> <p>VoBo</p>
OBSERVACIONES:			<p>ROSA CLAUDIA LÓPEZ QUIROGA Química Mat. Prof. 0591</p>

Anexo E . Registro Fotografico 15 Dias



REGISTRO FOTOGRAFICO 30 DIAS



Fuente: Autores

Anexo F. Registro Fotografico 45 Dias



REGISTRO FOTOGRAFICO 75



Fuente: Autores

Anexo G. Registro Fotografico 90 Dias



Fuente: Autores