



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

**REHABILITACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MALAS PRÁCTICAS AGROPECUARIAS
MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LEGUMINOSAS (*VIGNA UNGUICULATA*) COMO FIJADORAS
DE NITRÓGENO EN LA FINCA VILLA MELISSA EN EL MUNICIPIO DE AGUSTÍN CODAZZI,
CESAR**



AUTORES:

**LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ
LAURA LUCIA PORTILLO CENTENO**

DIRECTOR:

JOSÉ MAURICIO PÉREZ ROYERO

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

2021



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

**REHABILITACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MALAS PRÁCTICAS AGROPECUARIAS
MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LEGUMINOSAS (*VIGNA UNGUICULATA*) COMO FIJADORAS
DE NITRÓGENO EN LA FINCA VILLA MELISSA EN EL MUNICIPIO DE AGUSTÍN CODAZZI,
CESAR**

AUTORES:

**LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ
LAURA LUCIA PORTILLO CENTENO**

**Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para
optar al título de: Ingeniera Ambiental Y Sanitaria**

Director:

**José Mauricio Pérez Royero
Ingeniero Ambiental**

**Universidad Popular Del Cesar
Facultad De Ingenierías Y Tecnológicas
Ingeniería Ambiental Y Sanitaria
Valledupar, Cesar
2021**



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

Nota de aceptación

Jurado 1

Jurado 2

Valledupar, 2021



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por sus bendiciones y por permitirnos llegar hasta este punto después de tantos sacrificios y momentos difíciles, pero estamos aquí y estamos agradecidas y muy felices.

Gracias a nuestros padres, Luz Centeno, Fernel Portillo, Javier Herrera y Belsy Ruiz por su incansable esfuerzo y dedicación con nosotras como hijas, ellos nos dieron los medios para cumplir esta meta, sus oraciones, su apoyo económico y sus palabras de aliento.

Gracias a todos los amigos que nos ayudaron, a sembrar, a cavar, a trabajar en el proyecto en Codazzi, gracias al dueño de la finca nuestro compañero Alvarito, a Jose nuestra moto, a Robinson el gordo, sin ustedes no hubiésemos podido.

Gracias infinitas a todos y que toda la gloria sea para Dios.



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL POBLEMA.....	11
1.1. Formulación del problema:	13
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS	17
3.1. Objetivo general:	17
3.2. Objetivos específicos:.....	17
4. MARCO REFERENCIAL.....	18
4.1. Antecedentes de la investigación.	18
4.2. Marco teórico.....	21
4.3. Marco conceptual	40
4.4. Marco contextual (localización geográfica).....	42
4.5. Marco legal.....	45
5. MARCO METODOLÓGICO	48
5.1. Línea y sublínea de investigación.....	48
5.2. Tipo de investigación.....	48
5.3. Población.....	49
5.4. Muestra	49
5.5. Desarrollo metodológico.....	49
5.6. Diseño experimental.....	54
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
6.1. Etapa 1: Establecimiento de las condiciones iniciales de los suelos degradados por malas prácticas agropecuarias en la finca Villa Melisa en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar.....	56
6.1.1. <i>Definición de puntos de muestreo y toma de muestras del suelo.</i>	56
6.1.2. Caracterización inicial de los parámetros a analizar:	58
6.2. Etapa 2: Analizar la interacción de los suelos degradados por las malas prácticas agropecuarias mediante la aplicación de 3 especies de leguminosas y compost orgánico.	68
6.2.1. Establecimiento del vivero.....	68
6.2.2. Trasplante de las leguminosas a campo y aplicación de compost orgánico:	75



6.2.3. Seguimiento de las parcelas:	81
6.3. Etapa 3: Evaluar la eficiencia de la interacción de las leguminosas en la rehabilitación del suelo degradado mediante medición de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, intercambio catiónico, pH y carbono orgánico.	91
6.3.1. Caracterización físico química del suelo luego de la siembra y crecimiento de las leguminosas.	91
6.3.2. Análisis de la interacción de las leguminosas antes y después de la implementación de los tratamientos:	92
7. CONCLUSIONES	101
8. RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFÍA	104
ANEXOS	112
Anexo 1. Resultados análisis fisicoquímicos iniciales	112
Anexo 2. Resultados análisis fisicoquímicos finales	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Propiedades del Suelo que Cambian con el Transcurso del Tiempo.	23
Figura 2. Perfil del suelo.	25
Figura 3. Esquema de las fases del suelo.	27
Figura 4. Composición del suelo.	27
Figura 5. Triangulo de textura del suelo.	28
Figura 6. Imagen satelital del municipio de Agustín Codazzi.	43
Figura 7. Imagen satelital de la finca Villa Melisa.	43
Figura 8. Distribución de los tratamientos en el terreno. (Área total: 6,46 m ²) (Área que ocupan las parcelas: 2,25 m ²).	54



Figura 9 Encerramiento de las parcelas.....	57
Figura 10. Toma de muestras disturbadas y no disturbadas.....	58
Figura 11. Establecimiento del vivero.....	69
Figura 12 Registro fotográfico tratamiento 1.....	75
Figura 13 Registro fotográfico tratamiento 2.....	76
Figura 14 Registro fotográfico tratamiento 3.....	76
Figura 15 Registro fotográfico tratamiento 4.....	77
Figura 16 Registro fotográfico tratamiento 5.....	77
Figura 17 Registro fotográfico tratamiento 6.....	78
Figura 18 Registro fotográfico tratamiento 7.....	78
Figura 19 Registro fotográfico tratamiento 8.....	79
Figura 20 Registro fotográfico tratamiento 9.....	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normas que rigen al presente proyecto.....	45
Tabla 2. Descripción de los métodos de los Análisis Físicos y Químicos.....	50
Tabla 3 Establecimiento de las parcelas.....	51
Tabla 4. Caracterización del abono orgánico (FERTIORGANIC).....	55
Tabla 5. Características físico-químicas iniciales del suelo objeto de estudio.....	58
Tabla 6: Cantidades de Arena, Arcilla y Limo.....	60
Tabla 7: Resultados obtenidos parámetro porosidad total.....	63
Tabla 8. Clasificación de la porosidad del suelo.....	63
Tabla 9: Resultados obtenidos parámetro pH.....	63
Tabla 10: Valores de los parámetros de PH.....	64
Tabla 11: Resultados obtenidos parámetro Capacidad Intercambio Catiónico Efectiva.....	64
Tabla 12: Resultados obtenidos del % del Nitrógeno.....	65
Tabla 13: Resultados obtenidos del % Fósforo.....	66
Tabla 14: Resultados obtenidos parámetro materia orgánica.....	67
Tabla 15. Cantidades de compost correspondiente a cada tratamiento.....	69
Tabla 16 Registro fotográfico del crecimiento de las raíces, antes del trasplante.....	70
Tabla 17 Registro de evolución de las leguminosas de los tratamientos (a los 15 días de trasplantarse).....	80



Tabla 18 Registro de la evolución de las raíces de las leguminosas de los tratamientos (a los 15 días de trasplantarse).....	81
Tabla 19. Registro de la evolución de las raíces de las leguminosas de los tratamientos (antes de tomar las muestras finales del suelo)	82
Tabla 20 Registro de la evolución de las leguminosas de los tratamientos (a los 60 días de trasplantarse)	86
Tabla 21 Registro de la evolución de las raíces de las leguminosas de los tratamientos a los 60 días de trasplantados.	87
Tabla 22 Valores iniciales y finales de los parámetros fisicoquímicos evaluados	91

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1 Representación gráfica de la cantidad de Arena, Arcilla y Limo.	60
Grafico 2 Resultados parámetros del fósforo.	67
Grafico 3 Comportamiento de la altura de la leguminosa vs tiempo.....	88
Grafico 4 Área Foliar por tratamiento	89
Grafico 5 Ancho y largo de raíces vs tiempo	90
Grafico 6 Representación gráfica textura del suelo final	93
Grafico 7 Densidad aparente y Densidad Real.....	94
Grafico 8 pH Inicial vs Final.....	95
Grafico 9 Materia Orgánica y Carbono Orgánico inicial vs final.....	96
Grafico 10 Nitrógeno total Inicial vs final	97
Grafico 11 Fosforo Inicial vs Final	98
Grafico 12 Azufre Inicial vs Final	99
Grafico 13 Conductividad eléctrica (CE).....	100



INTRODUCCIÓN

Los suelos son afectados por las actividades humanas, como la industrial, la municipal y la agrícola, que a menudo resulta en la degradación del suelo y pérdida o reducción de sus funciones. Para prevenir la degradación de suelos y rehabilitar el potencial de los suelos degradados, se requiere como prerrequisito datos edáficos confiables, como insumo para el diseño de sistemas de uso de la tierra y prácticas de manejo de los suelos apropiados, así como para lograr un mejor entendimiento del medio ambiente. (Díaz & Pérez, 2018).

El daño de las características físico químicas del suelo, se puede mitigar gracias a la utilización de plantaciones agroforestales, con diferentes especies que sean capaces de adaptarse a condiciones de suelos pobres y degradados gracias a la capacidad de formar simbiosis con microorganismos diversos, lo cual le permitan tomar el Nitrógeno del aire y explorar grandes volúmenes de suelo para aprovechar los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo en condiciones ecológicas limitantes.

Muchas zonas de las áreas rurales y urbanas del municipio de Agustín Codazzi, Cesar, están siendo afectadas por muchas causas ambientales y/o antrópicos que activan y desencadenan procesos que generan cambios negativos en las propiedades y funciones del suelo. Entre los factores directos que inciden en la degradación de los suelos, se encuentran los naturales que incluyen el clima, el agua, las características edáficas, el relieve y la cobertura, y los de tipo antrópico que están relacionados con los tipos de uso y de manejo como las malas actividades del hombre sobre ellas, el sobrepastoreo de campos y potreros, malas prácticas agropecuarias, uso excesivo de fertilizantes, etc. Todo esto es posible mitigarse con el uso de especies leguminosas, no solamente que mejoren las condiciones del suelo (características físicas y químicas), sino también ambientales (mejoramiento de la calidad del suelo, agua y aire).

El frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) es una de las principales leguminosas forrajeras con potencial cultivable en la Región Caribe (DNP, 2010). Esta leguminosa fija el nitrógeno atmosférico en simbiosis



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

mutualista con *Rhizobium* sp. mediante la Fijación Biológica del Nitrógeno (FBN). El cultivo se nutre del nitrógeno aportado por la FBN y del disponible en el suelo. La FBN puede aportar entre 25 y 90% del nitrógeno necesario para el desarrollo del cultivo, pero esto sólo puede concretarse cuando los factores ambientales no son limitantes (Peticari, 2005). Las condiciones edafoclimáticas que caracterizan la Región de Valle del Cesar enfrentan a esta leguminosa a diversos tipos de estrés, entre los que se destaca la sequía, factor que determina la capacidad simbiótica de los rizobios. Se sabe que la nodulación y la fijación del nitrógeno son procesos muy sensibles a factores medioambientales (Ravindar y Chandra, 2008).

De esta forma, las estrategias que favorezcan el establecimiento de esta leguminosa forrajera con capacidad de nodular vigorosamente y de fijar el nitrógeno eficientemente, combinado con estrategias agronómicas, permitirán obtener altos rendimientos y contribuir con las reservas nitrogenadas del suelo (Peticari et al., 2003).

El objetivo de la presente investigación fue contribuir con la Rehabilitación de los suelos degradados por malas prácticas agropecuarias mediante la utilización de leguminosas (*Vigna unguiculata*) como fijadoras de nitrógeno en la finca Villa Melisa en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar. Este proyecto se tomó como opción de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario en la Universidad Popular del Cesar, Sede Valledupar.



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El territorio colombiano es considerado como un lugar mega-diverso debido a que alberga el 14% de la biodiversidad mundial y comprende una gama de sistemas ecológicos, climáticos y bióticos. Pero a pesar de su alta riqueza, se ha visto afectada en los últimos años por la acelerada transformación de los ecosistemas naturales en usos agropecuarios y agrícolas (Muerza, 2010).

En el departamento del Cesar el sector agropecuario a pesar de ser el más importante, la implementación tecnológica o la apropiación de buenas prácticas agrícolas y /o pecuarias ha sido un proceso lento que se ve precedido de múltiples capacitaciones y exposiciones de transferencia tecnológica que los diferentes entes públicos y privados realizan para los productores. Sin embargo, la baja apropiación de estas tecnologías se debe al desconocimiento de las diversas herramientas que los sistemas de información geográfica prestan, sus aplicaciones, resultados y beneficios no solo en el ámbito productivo sino también en el aspecto económico y social. (Díaz, 2017)

Todos y cada uno de estos factores han llevado a que el panorama ambiental de Colombia en general y del municipio de Agustín Codazzi sea preocupante. Los suelos del municipio están en constante degradación; el 45 % de estos son usados para fines distintos a su vocación. (Montero, 2016).

El municipio de Codazzi, presenta la siguiente problemática, sistemas de producción agropecuaria ambientalmente muy ineficientes por el abuso de agroquímicos y por la excesiva presión sobre el recurso agua especialmente en áreas de palma africana, suelo de aptitud agrícola utilizado en ganadería extensiva, cementerios de químicos altamente peligrosos, deficiente manejo de suelo urbano y deforestación para cultivos ilícitos. (Montero, 2016).

El municipio de Agustín Codazzi, posee un plan de desarrollo en la lucha de degradación de suelos, no obstante el alto pasivo ambiental que en este municipio dejó el cultivo del algodón en términos de



contaminación ambiental y el vertimiento de miles de toneladas de productos químicos y otras malas prácticas agrícolas, ni siquiera se hace mención a manera de diagnóstico en el plan de desarrollo y mucho menos se desarrolla ningún proyecto o acción que se pueda considerar de utilidad contra la desertificación y la sequía. Es un plan de desarrollo realmente muy pobre. (Pilón, 2010).

Lo peor de todo es que no se vislumbran acciones para combatir este flagelo, especialmente en el sentido de protección, conservación y recuperación de las coberturas vegetales, especialmente en los ecosistemas secos. Se requiere la participación de todos los actores sociales, instituciones públicas y privadas para que aborden acciones enmarcadas en lo que se llama Plan de Acción Regional. Hay que mencionar aquí con mucha verticalidad que los factores que más han incidido en esta situación son: La ganadería extensiva, Mal uso de maquinaria agrícola, Manejo inadecuado de los suelos por falta de rotación que ha causado erosión, Tala de la vegetación para el proceso de la agricultura y ganadería, El uso excesivo de insecticidas y herbicidas, especialmente cuando la bonanza algodonera en la que logramos sembrar 126 mil hectáreas, Destrucción del bosque seco tropical, especialmente para darle paso a 1.600.000 hectáreas en pastos para ganadería extensiva, Malas prácticas de riego, Siembra en zonas heladeras en sentido de la pendiente, y que son de reserva forestal y las Quemadas para aumentar la frontera agrícola. Allí radica el problema, pero no se ha afrontado, para ello debe intervenir CORPOICA, Corpocesar, el Departamento, los Municipios y los propietarios de predios. De seguir así pronto quedaremos sin suelos productivos. Esta dificultad se puede abordar con especies que se adaptan a suelos desertificados y contribuyen al mejoramiento aportando materia orgánica y niveles de nitrógeno, entre otras, la jathropa curcas, piñón, marañón, higuera, los sistemas silvopastoriles, así como adelantar un proceso de reforestación. (Maestre. H, 2016).

Es preciso mitigar el daño causado a los suelos del municipio de Agustín Codazzi por ser un importante centro en producción agroindustrial, agrícola y ganadera en el departamento del Cesar, por tanto, se hace necesario la búsqueda de alternativas con las cuáles se pueda mitigar el daño en cuestión debido a los problemas que afronta, y lo más recomendable es que esta corrección o mitigación del daño se



realice mediante bioindicadores o técnicas de biorremediación como cultivos de plantas fijadoras de nutrientes que contribuyan netamente a la disminución del problema sin afectar o alterar el estado actual o futuro del suelo.

Por esta razón, es de suma importancia realizar un documento de investigación que sirva como guía para la mitigación, recuperación y conservación de suelos degradados en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar a través de la utilización de plantas fijadoras de nitrógeno como lo es *Vigna unguiculata*, que es una planta de rápido crecimiento y controladora de erosión principalmente. Su gran aporte de Nitrógeno al suelo en simbiosis con microorganismos especializados puede llegar a mejorar significativamente el mal estado en el que se encuentra el suelo, resaltando el hecho de que esta técnica es totalmente natural y no afecta a ningún otro componente del suelo.

1.1. Formulación del problema:

¿Será que la utilización de leguminosas (*Vigna unguiculata*) funciona como mecanismo para la rehabilitación de suelos degradados por malas prácticas agropecuarias en la finca Villa Melisa en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar?



2. JUSTIFICACIÓN

El municipio de Agustín Codazzi, Cesar, se convirtió en el primer productor nacional de algodón al cultivar 60.000 ha en año 1975. El proceso empleado en este cultivo correspondía a una agricultura extensiva, determinada por la utilización indiscriminada de insumos químicos para el desarrollo de los monocultivos. Entre estos insumos se aplicaba gran cantidad de compuestos organoclorados como pesticidas. En los años noventa se terminó la bonanza algodонера y quedaron atrás miles de hectáreas de suelo infértil y grandes remanentes de agroquímicos. La forma más fácil de deshacerse de estas sustancias fue a través de un simple enterramiento, sin control alguno, en las zonas aledañas de antiguo cultivo. Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) ha realizado en el año 1997 estudios que revelaron la presencia de gran cantidad de pesticidas en el suelo y a los que se les atribuye hoy, la responsabilidad de los casos de cáncer y otras enfermedades presentadas en la región (Correa et al., 2017). Es por esta razón que surge la necesidad de implementar medidas para la recuperación de las zonas afectadas por las malas prácticas agropecuarias en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar.

El 76% del territorio municipal se clasifica como suelos de producción y 24% como suelos de protección. Entre los primeros 25% corresponden a suelos para producción forestal y agroforestal, ubicados en el piedemonte principalmente, mientras que el 51% restante corresponden a las partes planas al occidente del municipio. Los de protección se ubican principalmente a la serranía de Perijá, el 40% de los suelos del municipio están clasificados para uso agropecuario intensivo, a los que se le suma 11% de suelos para uso agropecuario semintensivo, es un caso excepcional en Colombia, por lo que su productividad agropecuaria puede considerarse una de las mayores potencialidades del municipio. (Jimenez, 2015).

Adicionalmente la capacidad de regeneración en estas zonas, se torna mínima debido a la disminución en la capacidad de retención de los suelos y por ende a la pérdida de las propiedades físicas, químicas y biológicas de estos.



Las malas prácticas agrícolas ocasionan graves problemas de erosión y pérdida de suelo. En este sentido se ha demostrado que la utilización de leguminosas puede ayudar a recuperar áreas degradadas, de escasa fertilidad y contenido en nutrientes. Las leguminosas son especiales entre las plantas superiores ya que aportan nitrógeno al suelo procedente de la atmósfera mediante el proceso conocido como fijación biológica, que realizan en simbiosis con determinadas bacterias diazótrofes. (Bedmar et al., 2016).

Las investigaciones recientes indican que, en los suelos semi - degradados o degradados, la integración de sistemas con gramíneas y leguminosas, los sistemas silvopastoriles y el suministro de materia orgánica, constituyen fuentes importantes de carbono y nitrógeno que ayudan a recuperar la fertilidad de los suelos. (Crespo, 2009).

Algunos trabajos destacan la importancia de las leguminosas arbustivas para facilitar la regeneración del suelo. Se considera que la única forma razonable de conseguir el nitrógeno necesario para que exista auto - sustentación, es la introducción de estas plantas capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. En definitiva, por su rápido establecimiento, su capacidad de sobrevivir en condiciones adversas, y su capacidad para enriquecer el suelo, se considera que la introducción de leguminosas arbustivas puede tener una influencia positiva no sólo en la regeneración del suelo, sino en el desarrollo posterior de las especies arbóreas autóctonas. (Nieves et al., 2001).

Se ha demostrado que materiales como *Canavalia brasiliensis*, *Canavalia ensiformis*, *Clitoria ternatea*, *Vigna unguiculata* y *Centrosema molle*, producen gran cantidad de biomasa y calidad nutricional y, además, pese a la fuerte sequía que se presenta en la zona, permanecen en los campos de producción debido a su tolerancia a las altas temperaturas, como potencial alternativo de uso para los sistemas ganaderos de la Región Caribe. (Corpoica, 2014).



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

Debido a las condiciones en las que se encuentran actualmente los suelos del municipio de Agustín Codazzi, Cesar, las leguminosas forrajeras se convierten en una alternativa para mitigar el impacto generado por los pesticidas que se utilizaron en tiempos pasados, la utilización indiscriminada de insumos químicos que dejaron miles de hectáreas de suelo infértil, y también la sequía que afronta la región Caribe.

Esta investigación permite establecer información importante que se puede implementar como parte del proceso de rehabilitación en los suelos del municipio de Agustín Codazzi, específicamente en la finca Villa Melisa, por tal motivo, se utilizó la *Vigna unguiculata* como mecanismo de mejora de fertilidad de suelos degradados por malas prácticas agropecuarias, en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar.



3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general:

Rehabilitar los suelos degradados por malas prácticas agropecuarias mediante la utilización de leguminosas (*Vigna unguiculata*) como fijadoras de nitrógeno en la finca Villa Melisa en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar.

3.2. Objetivos específicos:

- Establecer las condiciones iniciales de los suelos degradados por malas prácticas agropecuarias en la finca Villa Melisa en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar.
- Analizar la interacción de los suelos degradados por las malas prácticas agropecuarias mediante la aplicación de 3 especies de leguminosas y compost orgánico.
- Evaluar la eficiencia de la interacción de las leguminosas en la rehabilitación del suelo degradado mediante medición de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, intercambio catiónico, pH y carbono orgánico.



4. MARCO REFERENCIAL

4.1. Antecedentes de la investigación.

Se presentan a continuación los resultados de una revisión de investigaciones relacionadas directamente con el objeto de estudio (“Rehabilitación de suelos degradados por malas prácticas agropecuarias mediante la utilización de leguminosas (*Vigna unguiculata*) como fijadoras de nitrógeno”), con la intención de asentar el estado del conocimiento del mismo. Estos reportes de investigación consultados son trabajos recientes, en ellos se citan datos bibliográficos correspondientes al tema en cuestión, se señala el objetivo de cada investigación, el marco metodológico, los resultados y las conclusiones principales.

En 2016, Castellano, Contreras y Bedmar realizan una investigación acerca de la utilización de plantas leguminosas en restauración medioambiental de taludes y suelos degradados, su objetivo es revisar la metodología y el tipo de leguminosas que se emplean en función de las características del suelo que se desea restaurar. Los resultados que obtuvieron fueron los siguientes: La utilización de plantas leguminosas favorece el aumento del contenido de nitrógeno en el suelo de dos formas: 1) mediante la capacidad de fijación de dinitrógeno atmosférico (N₂) de los rizobios, y 2) disminuyendo la concentración de nitratos en las aguas de escorrentía que los atraviesan por la retención de nitratos en sus raíces. A partir de los resultados obtenidos llegaron a las siguientes conclusiones: La utilización de plantas leguminosas es un tratamiento eficaz en la restauración ambiental de taludes o suelos degradados ya que colonizan e incorporan nitrógeno al medio. Los tratamientos de restauración ambiental que incorporan la utilización de leguminosas son variados y atienden al tipo de sistema a restaurar: revegetación, hidrosiembra o combinación con mantas elaboradas con fibras orgánicas. Se ha demostrado que el aporte de N varía entre plantas y tipo de suelo. Por tanto, recomiendan que mantener una cubierta apreciable, especialmente de leguminosas, mejora el fondo de fertilidad del suelo de todas las zonas del cultivo, al tiempo que mantiene bajo control el porcentaje de recubrimiento herbáceo para



que afecte lo menos posible a la producción del cultivo debida a la competencia por el agua entre las cubiertas y el cultivo.

Prado, López, Baissiere, en 1993 realizaron una investigación sobre recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante el uso de leguminosas inoculadas, muestra los resultados de un conjunto de acciones destinadas a restablecer suelos contaminados con hidrocarburos y desarrollar una rápida cobertura vegetal con el objeto de estimular su recuperación natural. El mismo se realizó sobre parcelas petrolizadas, usando la siembra de un tipo de leguminosa (*Vigna unguiculata*), cuyas semillas fueron inoculadas con bacterias nitrificantes del género *Rhizobium*. Las observaciones demostraron que el empleo combinado de estos entes biológicos, aunado a la aplicación foliar mínima de microelementos, permitió un desarrollo significativamente superior de biomasa y un abundante crecimiento de nódulos activos fijadores de nitrógeno libre.

En 2014, Murillo y otros autores investigaron sobre el Efecto de la aplicación de prácticas sostenibles en las características físicas, químicas y microbiológicas de suelos degradados, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de prácticas sostenibles en la evolución de las propiedades del suelo, en áreas deterioradas del departamento del Cesar. El diseño experimental fue de bloques completos al azar y se aplicó análisis de varianza. Se evaluaron dos tratamientos: testigo, basado en el manejo tradicional del productor, sin aplicación de prácticas de mejoramiento del suelo y experimental, que consistió en la aplicación de enmiendas inorgánicas y prácticas sostenibles al suelo: labranza apropiada, incorporación de abono verde (*Vigna unguiculata*) y establecimiento de cobertura vegetal con gramíneas y leguminosas asociadas (*Bothriochloa pertusa*, *Leucaena leucocephala* y *Clitoria ternatea*). Se realizó una evaluación comparativa de las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, durante tres años. Existió tendencia al mejoramiento de las características físicas y químicas del suelo, debido al descenso de la densidad aparente, así como al aumento de la porosidad del suelo, la infiltración básica, la materia orgánica y el azufre. Asimismo, no se incrementó la concentración de sodio ni la conductividad eléctrica. Los tratamientos no generaron alteraciones



considerables en las poblaciones microbianas (bacterias, actinomicetos y hongos), lo que permite inferir que las prácticas aplicadas no causaron impactos negativos en la microbiota del suelo.

Sánchez, en 1998, en su investigación llamada Abonos verdes, alternativa para mejorar la capacidad productiva de los suelos arroceros de la Mojana, habló acerca del estado de la región de la mojana situada en la costa Caribe de Colombia, en dónde la principal actividad agrícola es el cultivo del arroz (*Oryza sativa*) localizado en suelos con limitaciones por compactación, baja fertilidad, nivel freático alto y ausencia de rotación de cultivos, lo cual ha ocasionado una degradación acelerada. El uso de los abonos verdes es conocido en el mundo para la recuperación de suelos que presentan degradación, pero esta práctica es desconocida por los agricultores de la región. El objetivo del trabajo fue la evaluación de las leguminosas frijol caupí (*vigna unguiculata*, L. Walp), vitabosa (*Mucuna deeringianum*, L.), canavalia (*Canavalia ensiformis*, L.) y crotalaria (*Crotalaria spectabilis*, L.), utilizadas como abono verde, por su capacidad de producción de materia seca, adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas, mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos y su efecto sobre la producción de arroz. Se sembraron al inicio de la temporada seca en dos localidades en parcelas de 1000 m² en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. Al inicio de la floración se incorporaron al suelo mediante dos pases cruzados de rastra aradora. Al comienzo de la temporada de lluvias se sembró arroz estableciendo subparcelas con tres niveles de nitrógeno. Las leguminosas presentaron buena adaptación por la acumulación de materia seca, mejor control de malezas y buen efecto en el rendimiento de arroz.

Sanclemente y otros autores realizaron un trabajo de investigación en el año 2015 llamado Contribución de *Vigna unguiculata* a la sustentabilidad de sistemas de cultivo de caña de azúcar, el cual tuvo como objetivo evaluar la contribución del abono verde (AV) *Vigna unguiculata* L., a la producción sostenible de caña de azúcar (CA) *Saccharum officinarum* en un Vertisol del Valle del Cauca (Colombia), se usó diseño experimental en bloques completos al azar y cinco repeticiones. Se realizaron 5 tratamientos. Se evaluó el aporte de biomasa del AV, la biomasa de arvenses asociadas y la humedad del suelo, durante



el mes dos. En maduración de CA (mes once) se evaluó la concentración de sólidos y sacarosa en tallos. En cosecha de CA (mes trece) se evaluaron las toneladas de caña por hectárea (TCH), el rendimiento y las toneladas de azúcar por hectárea (TAH), como efecto de los tratamientos. Se observó que el inóculo *Rhizobium* sp., no tuvo efectos aparentes, por baja especificidad simbiótica con el AV. Se registró aporte significativo de materia seca incidiendo en reducción de arvenses y retención de humedad. Se registró productividad en TCH y TAH, significativamente altas. Estos resultados muestran las bondades del uso de sistemas intercalados AV- caña de azúcar, sobre la economía y sustentabilidad del sector.

4.2. Marco teórico

El suelo es uno de los recursos naturales esenciales de la Tierra, pero a menudo no se le da el valor que tiene realmente. La mayoría de la gente no es consciente de que el suelo es un sistema viviente que respira y mantiene casi toda la vida terrestre. El suelo y las funciones que tiene en el ecosistema varían notablemente de un lugar a otro por diversos factores, como las diferencias climáticas, la vida animal y vegetal que habitan en el suelo, la roca madre, la posición del suelo en el paisaje, la edad del suelo. (GLOBE, 2005).

La palabra “suelo”, como muchas otras, tiene varios significados. En su significado tradicional, el suelo es el medio natural para el desarrollo de plantas terrestres, ya sea que tenga o no horizontes discernibles. Este concepto es todavía la forma más común como se comprende la palabra, y es el principal interés en el que el suelo centra su significado. Las personas consideran al suelo importante porque sostiene a las plantas que nos proporcionan comida, fibras, medicamentos y otras necesidades humanas, y porque filtra al agua y recicla excretas. El suelo cubre a la superficie terrestre como un continuo, excepto en áreas con afloramientos rocosos, de congelamiento perpetuo, en aguas profundas, o sobre los hielos de los glaciares estériles. En ese sentido, el suelo tiene un espesor que está determinado por la profundidad de enraizamiento de las plantas. (Soil Survey Staff, 2014).



El suelo cumple diversas funciones en el medioambiente. Su degradación acarrea serios problemas para la supervivencia. (Abc, 2006).

- Hábitat y soporte biológico.
- Componente del ciclo biológico natural.
- Generación y transporte de sustancias nutritivas.
- Fuente de materias primas no renovables.
- Fuente de materias primas renovables.
- Emplazamiento de viviendas e infraestructuras.

El uso y la función de un suelo dependen de la cantidad de cada uno de sus componentes. Por ejemplo, un suelo apropiado para el cultivo estará compuesto por 45% de minerales, 5% de materia orgánica, 25% de aire y 25% de agua. Plantas que viven en terreno pantanoso requieren más agua y menos aire. Los suelos que se utilicen como material en bruto para hacer ladrillos no deben contener nada de materia orgánica. (GLOBE, 2005).

Las propiedades del suelo son el resultado de la interacción de los cinco factores formadores del suelo. Estos factores son (GLOBE, 2005):

1. Material Original: El material a partir del cual se forma el suelo determina muchas de sus propiedades. El material original puede ser la roca madre, materia orgánica, material de construcción, o suelo suelto depositado por el viento, agua, glaciares, volcanes, o desplazado por la gravedad a través de una pendiente.
2. Clima: Calor, lluvia, hielo, nieve, viento, sol y otros factores naturales rompen el material original, mueven el suelo suelto, determinan qué animales y plantas pueden sobrevivir en el lugar, e influyen en el ritmo de los procesos de formación del suelo y en sus propiedades resultantes.
3. Organismos: El suelo es el hábitat de gran cantidad de plantas, animales y microorganismos. Las propiedades físicas y químicas de un suelo determinan el tipo y número de organismos que pueden sobrevivir y desarrollarse en ese suelo. Los organismos también influyen en el desarrollo del suelo.



Por ejemplo, el crecimiento de raíces y el movimiento de animales y microorganismos desplazan materiales y químicos por el perfil del suelo. Los restos muertos de los organismos del suelo se convierten en materia orgánica que enriquece los suelos con carbono y nutrientes. Los animales y microorganismos que viven en el suelo controlan el ritmo de la descomposición de la materia orgánica y los desechos. Los organismos del suelo contribuyen al intercambio de gases tales como el dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno, entre el suelo y la atmósfera. También ayudan al suelo a filtrar las impurezas del agua. La actividad humana altera también el suelo al cultivar, construir, cavar, hacer presas, con el transporte y al deshacerse de la basura.

4. Topografía: La ubicación de un suelo en un paisaje puede afectar a la formación del suelo y a sus propiedades resultantes. Suelos al pie de una loma, por ejemplo, obtendrán más agua que los suelos en las laderas, y suelos en una pendiente que reciba directamente los rayos del sol serán más secos que los que están en las laderas donde no da el sol.
5. Tiempo: Con el transcurso del tiempo los cuatro factores descritos anteriormente, interactúan entre sí afectando a las propiedades del suelo. Algunas propiedades, como la temperatura y la humedad, pueden modificarse rápidamente, en minutos y en horas. Otras, como el cambio de minerales, ocurren muy lentamente a lo largo de cientos y miles de años. En la Figura 1, se enumeran diferentes propiedades del suelo y el tiempo aproximado que necesitan para sufrir una alteración.

Propiedades del Suelo que Cambian con el Transcurso del Tiempo		
Propiedades que cambian en minutos u horas	Propiedades que cambian en meses o años	Propiedades que cambian en cientos y miles de años
Temperatura Contenido de humedad Composición del aire	pH Color Estructura Densidad absoluta Materia orgánica Fertilidad Microorganismos, animales, plantas	Contenido de minerales Distribución del tamaño de partículas Horizontes Densidad de partículas

Figura 1. Propiedades del Suelo que Cambian con el Transcurso del Tiempo.



Fuente: GLOBE, 2005.

Los cinco factores que determinan la formación del suelo difieren de un lugar a otro por lo que las propiedades del suelo variarán también de un sitio a otro. Cada suelo de un paisaje tiene sus propias características. A una sección vertical de suelo se le llama perfil del suelo. Ver Figura 2. Se puede conocer la historia geológica y climática de un lugar al observar detalladamente las propiedades de un perfil del suelo y al considerar los cinco factores que lo forman. La historia del suelo de cualquier lugar se lee en las capas del perfil del suelo. Estas capas se denominan horizontes. Estos pueden ser delgados de unos pocos milímetros o más gruesos de un metro. Se puede identificar cada horizonte ya que cada uno tiene propiedades diferentes.

Algunos horizontes son el resultado de la acción de los minerales y la descomposición de la materia orgánica que con el paso del tiempo va descendiendo verticalmente por el perfil. Este movimiento denominado lixiviado, afecta a la composición y a las propiedades del horizonte. Otros horizontes se forman por la alteración del perfil que ocasiona la erosión, la sedimentación, o la actividad biológica. Los suelos pueden alterarse también por la actividad humana. La construcción, por ejemplo, compacta el suelo, altera su composición, desplaza el suelo de una ubicación a otra, o recoloca los horizontes en un orden diferente al original. (GLOBE, 2005).

- Horizonte A: Es el más próximo a la superficie. En él abunda la materia orgánica descompuesta (humus). Por lo que el horizonte adquiere una coloración oscura.
- Horizonte B: Es el nivel donde se acumula la mayor parte de los materiales que, desde el horizonte superior, son transportados por el agua de forma mecánica o en disolución, mediante procesos de lixiviación o iluviación. Suele presentar un color más claro, pues su contenido de humus es escaso.
- Horizonte C: Se corresponde con el material rocoso sobre el que se ha formado el suelo. Este ya presenta signos de meteorización mecánica y química, pero en él todavía puede reconocerse material original.
- Horizonte R: Roca madre no meteorizada. Es el material rocoso subyacente, que todavía no ha sido alterado de forma significativa. (PSG, 2016).

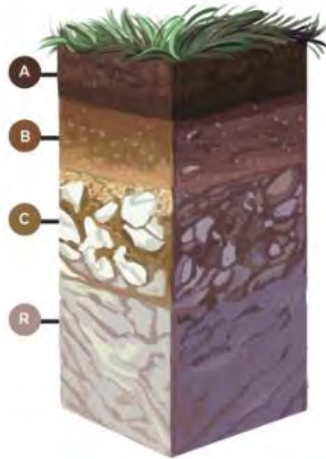


Figura 2. Perfil del suelo.

Fuente: PSG, 2016.

Los cuatro componentes principales del suelo son las rocas (minerales), el agua, el aire y el material orgánico (hojas y animales en descomposición, por ejemplo). El quinto componente del suelo, es el mundo vivo que existe en la tierra. Todos los suelos poseen una mezcla de los cinco componentes básicos, y la mayoría de los suelos pueden ser modificados para mejorar esa composición para que sean más adecuados para el desarrollo de la vida vegetal.

El aire no es sólido o líquido, sino una combinación de elementos gaseosos que se encuentran naturalmente en la atmósfera terrestre. En el suelo, los bolsillos de aire permiten que el agua pase a través del mismo y a través de las plantas que crecen por encima y por debajo de la línea del suelo. El agua en el suelo generalmente contiene sales disueltas y otros productos químicos. El agua es una parte esencial del suelo, algunos suelos, como los arcillosos, retienen el agua mucho mejor que los otros tipos de suelos. Cuando el agua permanece en el suelo en lugar de pasar a través de él fácilmente, el suelo se vuelve más denso. Algunas plantas no pueden crecer en suelos pesados, arcillosos y ricos en humedad.

Todos los suelos están compuestos por arena, limo y arcilla, aunque algunos tipos de suelo tienen mayores concentraciones de estos minerales que otros. Las rocas y los minerales constituyen la mayor



porción de la composición de suelo. Las rocas y los minerales que se encuentran en el suelo provienen de materiales inertes, inorgánicos. La arena está formada por pequeños fragmentos de cuarzo y otros minerales, y por sí misma no es rica en los nutrientes que las plantas necesitan. La arena la partícula del suelo más grande y más gruesa, el agua pasa a través de ella más fácilmente que en otros tipos de suelo. El limo es una combinación de rocas de cuarzo y otros. Las partículas de limo son más pequeñas que la arena, pero más grandes que la arcilla. La arcilla es la más rica de los minerales del suelo, y contiene nutrientes como hierro, potasio y calcio. Las partículas más pequeñas del suelo provienen de la arcilla, la cual puede llegar a ser muy densa y difícil de ser trabajada.

Las plantas y los animales en descomposición proporcionan los materiales orgánicos que se encuentran en el suelo. A través de la descomposición, la materia orgánica se descompone y se convierte en nutrientes que las plantas pueden usar. El quinto elemento del suelo, el componente biológico, ofrece estos importantes elementos orgánicos que son muy esenciales. Las plantas y los animales, cuando mueren, se convierten una vez más, en parte del suelo, y así el ciclo continúa. El suelo da vida, la vida vuelve a la tierra. (Grupo Sacsá, 2015).

El suelo puede ser considerado como un sistema disperso en el que pueden diferenciarse tres fases (Figura 3):

- Fase sólida: agregados minerales y orgánicos.
- Fase líquida: agua de la solución del suelo.
- Fase gaseosa: atmósfera del suelo contenida en el espacio poroso.

En volumen, la fase sólida ocupa aproximadamente el 50% del total, mientras que las fases gaseosa y líquida se reparten el resto del espacio disponible, ver Figura 4 (López, 2006).

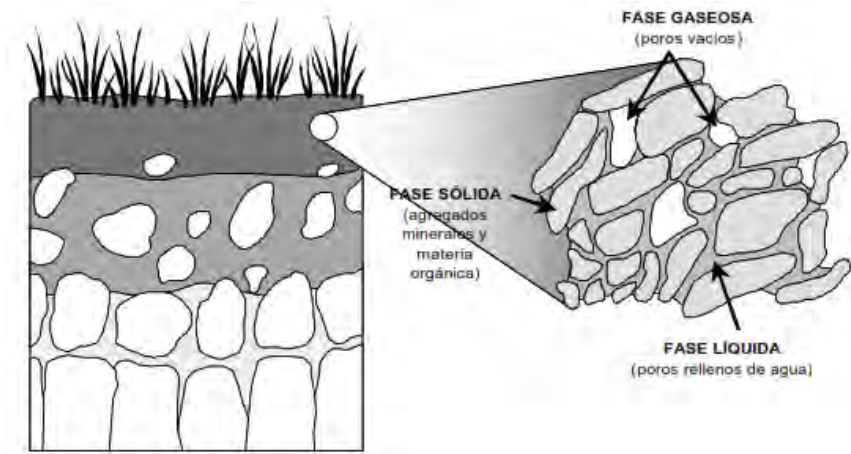


Figura 3. Esquema de las fases del suelo.

Fuente: López, 2006.

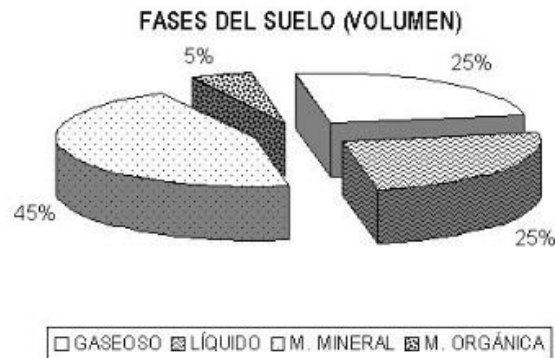


Figura 4. Composición del suelo.

Fuente: López, 2006.

- **Color:** El color del suelo depende de sus componentes y varía con el contenido de humedad, materia orgánica presente y grado de oxidación de minerales presentes. Se puede evaluar como una medida indirecta ciertas propiedades del suelo. Se usa para distinguir las secuencias en un perfil



del suelo, determinar el origen de materia parental, presencia de materia orgánica, estado de drenaje y la presencia de sales y carbonato. (Portal de Suelos de la FAO, s.f.).

- Textura del suelo: La textura una expresión de la proporción relativa de los diferentes tamaños de partículas (arena, limo y arcilla) presentes en la masa del suelo. Es importante por la influencia que ejerce en la cantidad de agua que puede almacenar el suelo, en su movimiento, la facilidad de abastecimiento de nutrientes, agua y aire; en su relación con algunas características químicas y en las prácticas de labranza. (Portal de Suelos de la FAO, s.f.).

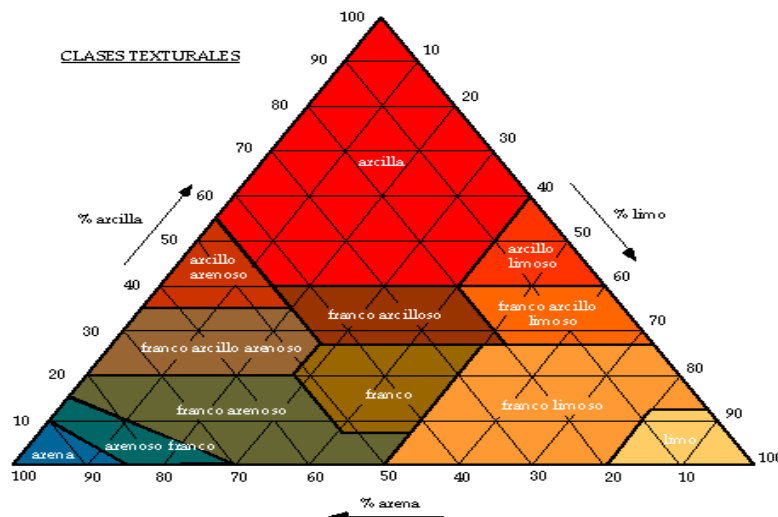


Figura 5. Triángulo de textura del suelo.

Fuente: Portal de Suelos de la FAO, s.f.

- Densidad del Suelo: Mediante la determinación de la densidad se puede obtener la porosidad total del suelo. Se refiere al peso por volumen del suelo. Existen dos tipos de densidad, real y aparente. La densidad real, de las partículas densas del suelo, varía con la proporción de elementos constituyendo el suelo y en general está alrededor de 2,65. Una densidad aparente alta indica un suelo compacto o tenor elevado de partículas granulares como la arena. Una densidad aparente baja no indica necesariamente un ambiente favorecido para el crecimiento de las plantas. (Portal de suelos de la FAO, s.f.).



- **Porosidad del Suelo:** El espacio poroso del suelo se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% materiales sólidos (45% minerales y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros donde agua, nutrientes, aire y gases pueden circular o retenerse. Los macro poros no retienen agua contra la fuerza de la gravedad, son responsables del drenaje, aireación del suelo y constituyen el espacio donde se forman las raíces. Los micro poros retienen agua y parte de la cual es disponible para las plantas. (Portal de suelos de la FAO, s.f.).
- **Retención de humedad:** Es la cantidad de agua que posea el suelo es una de sus características más específicas y está determinada, fundamentalmente, por su textura, su contenido de materia orgánica, la composición de sus fracciones mineral y orgánica y el arreglo que presente el medio físico edáfico, por el aporte que se le haga natural (lluvia) o artificialmente (riego) de ella, así como por el consumo causado por la evapotranspiración. (Jaramillo, 2002).
- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):** La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH₄ etc.). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. El nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica. La unidad de medición de CIC es en centimoles de carga por kg de suelo cmolc/kg o meq/ 100g de suelo. (Portal de suelos de la FAO, s.f.).
- **El pH del Suelo:** El pH (potencial de hidrógeno) determina el grado de adsorción de iones (H⁺) por las partículas del suelo e indica si un suelo está ácido o alcalino. Es el indicador principal en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la solubilidad, movilidad, disponibilidad y de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo. El valor del pH en el suelo oscila entre 3,5 (muy ácido) a 9,5 (muy alcalino). Los suelos muy ácidos (<5,5) tienden



presentar cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y manganeso. Los suelos muy alcalinos ($>8,5$) tienden a dispersarse. La actividad de los organismos del suelo es inhibida en suelos muy ácidos y para los cultivos agrícolas el valor del pH ideal se encuentra en 6,5. (Portal de suelos de la FAO, s.f.).

- **Carbono Orgánico del Suelo:** La vegetación fija el carbono de la atmósfera por fotosíntesis transportándolo a materia viva y muerta de las plantas. Los organismos del suelo descomponen esta materia transformándola a Materia Orgánica del Suelo (MOS). El carbono se libera de la biomasa para la MOS, en organismos vivos por un cierto tiempo o se vuelve a emitir para la atmósfera por respiración de los organismos (organismos del suelo y raíces) en forma de dióxido de carbono, CO_2 , o metano CH_4 , en condiciones de encharcamiento en el suelo. La MOS se encuentra en diferentes grados de descomposición y se distingue en distintas fracciones como lábiles (compuestas de hidratos de carbono, ligninas, proteínas, taninos, ácidos grasos) o fracciones húmicas (ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas). (Portal de suelos de la FAO, s.f.).
- **Nitrógeno del Suelo:** El nitrógeno del suelo es uno de los elementos de mayor importancia para la nutrición de las plantas y más ampliamente distribuido en la naturaleza. Se asimila por las plantas en forma catiónica de amonio NH_4^+ o aniónica de nitrato NO_3^- . A pesar de su amplia distribución en la naturaleza se encuentra en forma inorgánica por lo que no se pueden asimilar directamente. Además, existen las formas gaseosas del N, pero son muy pequeñas y difíciles de detectar como óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO_2), amoníaco (NH_3) y nitrógeno molecular presente en la atmósfera del suelo (N_2). (Portal de suelos de la FAO, s.f.).
- **Fósforo del suelo:** El fósforo es vital para el crecimiento y la salud de las plantas. Asiste en la conversión de la energía del sol y otros químicos, como el nitrógeno, en comida apropiada para las plantas. Una deficiencia de fósforo hará que las plantas luzcan raquíticas y enfermas y que produzcan flores y frutas de baja calidad. El fósforo debe ser mezclado con agua para que las plantas lo puedan absorber. Se debe romper el fósforo y combinarlo con otros químicos para que lo pueda hacer. Entonces se combina con otros químicos para formar el hierro. El fósforo (P) se une



al hidrógeno (H) y al oxígeno (O) para crear una solución para el suelo. Una vez que se forma la solución, las plantas la absorben por medio de los sistemas de raíces. (Grupo Sacsa, 2016).

- El azufre del suelo: El azufre es un nutriente esencial para el crecimiento vegetal. En los últimos años, las deficiencias de este nutriente se han vuelto más frecuentes y la importancia del azufre en la producción de cultivos es cada vez más reconocida. Por mucho tiempo fue considerado como un nutriente secundario, pero ahora se está convirtiendo como el 'cuarto macronutriente' más reconocido, junto con el nitrógeno, fósforo y potasio. Las oleaginosas, leguminosas, forrajes y algunas hortalizas requieren azufre en cantidades considerables. En muchos cultivos su cantidad en la planta es similar a la del fósforo.

La mayor parte del azufre en los suelos se encuentra en la materia orgánica del suelo. Sin embargo, no está disponible para las plantas en esta forma. Para llegar a estar disponible para las plantas, el azufre debe ser liberado por primera vez de la materia orgánica y mineralizado en el proceso de mineralización. El proceso de mineralización es un resultado de la actividad microbiana. En este proceso el azufre se convierte en la forma de sulfato (SO_4^{2-}), que está fácilmente disponible para las plantas. La mineralización se ve afectada por la relación C / S, la temperatura y la humedad. Inmovilización de azufre es el proceso inverso en el que el sulfato disponible se convierte de nuevo en la forma orgánica. Sulfato, la forma inorgánica del azufre es móvil en el suelo debido a su carga negativa. (SMART, s.f).

Respecto a la degradación de los suelos se refiere a la disminución o alteración negativa de una o varias de las ofertas de bienes, servicios y/o funciones ecosistémicos y ambientales de los suelos, ocasionada por factores y procesos naturales o antrópicos que, en casos críticos, pueden originar la pérdida o la destrucción total del componente ambiental (IDEAM, 2004). Es el resultado de la interacción de factores naturales y/o antrópicos que activan y desencadenan procesos que generan cambios negativos en las propiedades y funciones del suelo. Entre los factores directos que inciden en la degradación de los suelos, se encuentran los naturales que incluyen el clima, el agua, las características edáficas, el relieve y la cobertura, y los de tipo antrópico que están relacionados con los tipos de uso y de manejo. La degradación de los suelos puede agruparse en física, química y biológica; en la degradación física se



destaca la erosión, la compactación, el sellamiento, la desertificación, entre otras; en la degradación química la pérdida de nutrientes y a su desbalance en el suelo, a los cambios en el pH (salinización o acidificación) y a la contaminación; y en la degradación biológica, la disminución de la materia orgánica y el carbono de los suelos, por factores y procesos naturales como el clima, el relieve o por acción humana como la deforestación, las quemas, el uso y manejo no sostenibles, entre otros. (Siac, s.f.).

Estos son algunos de los orígenes de la degradación más relevantes según Abc, (2006):

- La erosión: Es la pérdida de suelo fértil, debido a que el agua y el viento arrastran la capa superficial de la tierra hasta el mar. La erosión del suelo reduce la capacidad de conservación de la humedad de los suelos y deposita sedimentos a las corrientes de agua, afectando la vida marina y transformando el contenido químico de las aguas.
- La actividad humana: El ser humano acelera la pérdida de suelos fértiles por la destrucción de la cubierta vegetal, como consecuencia de técnicas inadecuadas de cultivo, sobrepastoreo, quema de vegetación, tala del bosque o la actividad minera.
- Contaminación: La producción y acumulación de residuos industriales, mineros o urbanos degeneran el suelo. Entre los principales contaminantes se citan: la minería, que descarga residuos tóxicos en el suelo; los pesticidas y los productos agroquímicos, como los herbicidas y los fertilizantes.
- Urbanización: Es el avance y crecimiento de las ciudades y la edificación de nuevas poblaciones en suelo fértil hacen que este pierda su potencial agrícola e impide la recarga de los depósitos de agua subterránea y destruye mucha microflora y fauna que viven en el suelo.

Cuando un suelo alcanza su madurez está en equilibrio con sus factores ambientales y tiende a adquirir, generalmente, unas condiciones adecuadas para una buena producción biológica. Si este equilibrio se rompe, la evolución natural se modifica y se desarrollan una serie de procesos que tienden a la disminución de la calidad del suelo y, por consiguiente, a su degradación. La degradación del suelo afecta a extensas áreas del planeta y suelos que actualmente no están degradados se encuentran amenazados de serlo en el futuro cercano. El fenómeno de la degradación se manifiesta en la pérdida



de la cubierta vegetal o en el descenso de la productividad agrícola asociado con cambios importantes en las características físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que incrementa su vulnerabilidad ante los agentes erosivos. Dentro de los principales cambios que se producen en los suelos degradados se pueden mencionar los siguientes: Pérdida de la estructura del suelo y por ende descenso de la porosidad y del grado de aireación, compactación y encostramiento de la capa superficial del suelo, disminución de la capacidad de retención de agua, lo que se traduce en una reducción de la cantidad de agua útil para las plantas, reducción de la velocidad de infiltración de agua lluvia, menor disponibilidad de macronutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno asimilable), descenso de las poblaciones de microorganismos del suelo. (Figueroa, 2004.).

Uno de los efectos perjudiciales y lamentables de la degradación del suelo está relacionado con la desertificación, este es un problema ambiental grave, que afecta fundamentalmente al suelo, ya que supone la degradación de este recurso natural tan importante, viéndose mermada su capacidad productiva y su valor como soporte de vegetación natural diversa y evolucionada. Los suelos que pueden ser desertificados en muchos casos están predispuestos a ello, ya sea por razones naturales o por actuaciones antrópicas: aridez climática y edáfica, erosión, destrucción de la vegetación, etc. Para evitar la degradación del suelo o restaurarlo desde una situación de degradación, es necesario revertir el proceso negativo y retroalimentado. Es necesario recuperar la funcionalidad pérdida del suelo, recuperando su capacidad de infiltrar agua y acoger nutrientes, para restaurar posteriormente una vegetación leñosa, que a su vez actúe como motor de la restauración, formadora de suelo maduro y protectora de a degradación (Martínez & Mongil, 2008).

Basta mirar el color de la superficie. El suelo está constituido por varias capas u horizontes. En la superficie presenta un horizonte A, de enriquecimiento en materia orgánica, de color negro o gris oscuro. A partir de este conocimiento, ya es muy fácil identificar un suelo degradado: si la superficie es amarilla, gris, rojiza, parda, u otro color de tono claro, el suelo sufre degradación. (Abc, 2006).



La contaminación del suelo provoca una reacción en cadena. Altera la biodiversidad del suelo, reduciendo la materia orgánica que contiene y su capacidad para actuar como filtro. También se contamina el agua almacenada en el suelo y el agua subterránea, provocando un desequilibrio de sus nutrientes. Entre los contaminantes del suelo más comunes se encuentran los metales pesados, los contaminantes orgánicos persistentes y los contaminantes emergentes, como los productos farmacéuticos y los destinados al cuidado personal. (FAO, s.f.).

La contaminación del suelo es devastadora para el medio ambiente y tiene consecuencias para todas las formas de vida a las que afecta. Las prácticas agrícolas insostenibles reducen la materia orgánica del suelo y pueden facilitar la transferencia de contaminantes a la cadena alimentaria. Por ejemplo, el suelo contaminado puede liberar contaminantes en las aguas subterráneas que luego se acumulan en los tejidos de las plantas y pasan a los animales que pastan, a las aves y finalmente a los humanos que se alimentan de las plantas y los animales. Los contaminantes en el suelo, aguas subterráneas y en la cadena alimentaria pueden causar diversas enfermedades y una excesiva mortalidad en la población, desde efectos agudos a corto plazo –como intoxicaciones o diarrea–, hasta otros crónicos a largo plazo, como el cáncer. (FAO, s.f.).

La contaminación del suelo puede ser resultado de malas prácticas agrícolas. Las prácticas agrícolas insostenibles reducen la materia orgánica del suelo, comprometiendo su capacidad para degradar los contaminantes orgánicos. Esto aumenta el riesgo de que los contaminantes se liberen al medio ambiente. En muchos países, la producción agrícola intensiva ha agotado los suelos, poniendo en peligro nuestra capacidad para mantener la producción en estas áreas en el futuro. Por lo tanto, las prácticas de producción agrícola sostenible se han convertido en un imperativo para revertir la tendencia a la degradación del suelo y garantizar la seguridad alimentaria actual y futura a nivel mundial. (FAO, s.f.).



Las leguminosas son plantas angiospermas (familia Fabaceae) e incluyen hierbas perennes o anuales, arbustos y árboles de distribución cosmopolita, fácilmente reconocibles por su flor papilionácea y fruto típico en legumbre. Con 750 géneros y más de 20000 especies descritas, se distribuyen en las subfamilias *Faboideae*, *Mimosoideae* y *Caesalpinioideae*. Por su elevado contenido en proteína, las leguminosas son, después de los cereales, la segunda familia en importancia en la alimentación humana y constituyen la fuente proteica principal para los países en desarrollo. Las leguminosas crecen en suelos de escasa fertilidad por lo que se utilizan como plantas pioneras en su recuperación, así como en procesos de revegetación y fito - recuperación de suelos deteriorados. De manera tradicional se emplean en rotación de cultivos con cereales para mantener la fertilidad del suelo. Las leguminosas son únicas entre los seres vivos ya que, junto con las actinorrícicas, son las únicas plantas superiores, a excepción de *Parasponia*, que tienen la capacidad de formar simbiosis mutualistas con bacterias del suelo a las que se conoce con el nombre genérico de rizobios. A consecuencia de la simbiosis, las bacterias forman en las raíces, a veces tallos y hojas, de las leguminosas que infectan unos órganos característicos denominados nódulos, en cuyo interior los rizobios se transforman en células especializadas, los bacteroides, que sintetizan la nitrogenasa, que es la enzima responsable de reducir el dinitrógeno atmosférico (N_2) a amonio (NH_4^+). Posteriormente, el amonio formado se incorpora a los productos hidrocarbonados procedentes de la fotosíntesis de la planta para formar aminoácidos, proteínas y otros compuestos nitrogenados que se utilizarán para el crecimiento y desarrollo vegetal. (Sprent, 2007).

Un suelo con cobertura vegetal suficiente está protegido de la acción directa de la lluvia, del sol y del viento. Así, al eliminar la vegetación se altera el equilibrio natural, la superficie queda desprotegida de los agentes climáticos, se recibe menos aportes de materia orgánica por parte de las plantas cultivadas y el laboreo acelera los procesos de mineralización del suelo. Las nuevas condiciones suelen ser menos favorables para el mantenimiento de la estructura del suelo, lo que lo hace más vulnerable a la erosión y a la pérdida de su capacidad de infiltración del agua de lluvia; esto, a su vez, disminuirá las disponibilidades hídricas para las plantas con la misma cantidad de lluvia. (Hernández & Pastor, 2008).



Las leguminosas se caracterizan por ser fijadoras de Nitrógeno. Esto quiere decir que producen este elemento para su nutrición y proporcionan Nitrógeno al suelo. Para hacerlo, utilizan rizobios (*Rhizobium leguminosarum*) que son bacterias que forman nódulos en las raíces de las plantas. Estas bacterias toman el nitrógeno de la atmósfera para convertirlo en nitrógeno disponible para la planta. Mientras que la planta provee de componentes orgánicos obtenidos por la fotosíntesis. Estas bacterias llamadas rizobios las podemos encontrar siempre en el suelo y se “activan” cuando sembramos leguminosas. Cuando las bacterias reciben señales de que hay leguminosas en el suelo, se acercan y entran a las raíces. Se le llama simbiosis, ya que estos dos organismos se benefician mutuamente. Existen muchas especies de rizobios, cada leguminosa trabaja con distintas. Si introducimos una nueva leguminosa a nuestra parcela, los rizomas pueden tardar un poco en generarse, pero esto mejora con los años. Para ver si se forman rizomas en las raíces, debemos de observar las raíces y la cantidad de nódulos que se formaron. (Reynoso, 2016).

Tormo (citado por Bedmar, Castellano y Conteras, 2016). Han demostrado que la utilización de plantas leguminosas favorece el aumento del contenido de nitrógeno en el suelo de dos formas: 1) mediante la capacidad de fijación de dinitrógeno atmosférico (N_2) de los rizobios, y 2) disminuyendo la concentración de nitratos en las aguas de escorrentía que los atraviesan por la retención de nitratos en sus raíces. (Contreras et al., 2015).

Phaseolus vulgaris L: Legumbre de color, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen de 4 a 6 semillas. Existen frutos de color verde, amarillo jaspeado de marrón o rojo sobre verde, etc. Planta anual de la familia de las Leguminosas, de tallo trepador que alcanza hasta 3 metros de altura en algunas variedades, y de tallo rastrero en otras. Los frutos son unas vainas verdes o amarillas que contienen varias semillas de forma arriñonada. (Infoagro, s.f.).



El frijol común (*P. vulgaris* L.) es una leguminosa que es infectada por bacterias fijadoras de nitrógeno conocidas como rizobios que forman nódulos radicales. La domesticación de esta leguminosa ocurrió hace varios miles de años en Mesoamérica y la Región de los Andes. Esta hortaliza es una de las leguminosas de grano más importantes en todo el mundo, algunos autores indican que esta simbiosis es trascendente en países en vías de desarrollo, donde la agricultura está propensa a pérdidas de nitrógeno y las leguminosas representan una fuente alterna de proteínas para el consumo humano y animal. (Chipana et al., 2017). El nicho ecológico del frijol común está clasificado como bosque subhúmedo pre montano, con estaciones húmedas y secas bien definidas rodeado de matorrales arbustivos o árboles pequeños, este sobrevive como una liana anual de libre crecimiento, pero también tiene el potencial de actuar como una especie invasora y fácilmente se establece en ambientes perturbados. Durante la temporada de lluvias el frijol silvestre crece activamente, la competencia de la vegetación circundante es intensa y la luz es limitante. Una fase vegetativa vigorosa expresada en su hábito trepador sirve para asegurar su supervivencia frente a la competencia. (Barrera, 2016).

Frijol cabecita negra o caupí (*Vigna unguiculata*): Caupí es el nombre común con el que se conoce a la leguminosa *Vigna unguiculata*; en Colombia la variedad más usada (para nutrición humana) se conoce como "Cabecita negra". Existen muchos materiales mejorados con usos múltiples. Es una planta herbácea con hábitos de crecimiento erecto, semierecto y rastrero. Crece hasta 80 cm y tiene un sistema de raíces bien desarrollado. Tiene flores blancas, amarillas, violetas o cremas; hay variedades con producción de semillas sincronizada y otras con producciones escalonadas. Presenta semillas de diferentes colores entre blancos, rojos, marrones y cremas. Existen materiales tipo grano, tipo follaje y los intermedios. Se adapta bien a diferentes suelos y climas con precipitaciones entre 700 y 2000 mm, prefiere suelos bien drenados. Crece muy rápido entre 70 y 140 días, desde el nivel del mar hasta los 1600 m y tiene tolerancia a sequía. En suelos arcillosos tiene tendencia para producir más biomasa en contraste, los suelos arenosos favorecen la producción de grano. El Caupí crece bien sin fertilizantes en suelos de mediana a buena fertilidad. En suelos de baja fertilidad es necesario aplicar fertilización con fósforo y potasio. Se debe hacer control de malezas al inicio para evitar competencia y



control de hormigas. Caupí es un excelente abono que puede reemplazar la aplicación de 40 a 80 kg/ha de nitrógeno; se puede utilizar para recuperar la fertilidad del suelo. (CIAT et al., 2005).

El Kudzu es una enredadera perenne que produce grandes tubérculos de 2 m de largo y de 18 a 45 cm de ancho, pueden llegar a pesar 180 kg. Los tallos son fuertes, de 30 m de longitud. Puede crecer hasta 25 cm por día o 18 m por estación de crecimiento, y producir coronas radiculares donde los nodos están en contacto con el suelo. Las hojas son trifoliadas pinnadas de color verde pálido arriba y verde grisáceo debajo. Presenta flores color púrpura. Nativa de China, Japón otras partes del sudeste de Asia. Cultivada como especie ornamental, considerada como invasiva por el desarrollo profundo de sus raíces y el rápido crecimiento de sus ejes rastreros y trepadores, no obstante, por esas mismas características, se usa para el control de erosión y se valora como enriquecedora del suelo. Pueraria montana forma una densa capa de raíces y anualmente produce una capa de hojarasca gruesa con alto contenido de nitrógeno foliar debido a sus propiedades fijadoras de nitrógeno. Tiene una relación simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium* spp.) duplicando la concentración de compuestos de nitrógeno en el suelo superficial (1-6 cm de profundidad). Además, altera los ciclos del nitrógeno de pequeños arroyos y cuencas. (Maesen & S. Almeida, 2015).

Sergio Luis Mejía Kerguelen, investigador PhD en el área de pasturas y forrajes de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, explicó las características del kudzú, es una leguminosa que como todas fija nitrógeno atmosférico y sirve para utilizar el suelo. También es utilizada como abono verde, que quiere decir que cuando el material está empezando fructificación, se incorpora al suelo y mejora la fertilidad y estructura de los suelos". (Contexto ganadero, 2016).

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera



ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos. Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra, sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico. Los abonos orgánicos calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas; en las tierras en donde no existen su presencia, el suelo se vuelve frío y de pésimas características para el crecimiento. Su uso es recomendable para toda clase de suelos, especialmente, para aquellos de bajo contenido en materias orgánicas, desgastados por efectos de la erosión y su utilización contribuye a regenerar suelos aptos para la agricultura. (Fondo para la protección del agua, 2010).

El uso de abonos orgánicos, en cualquier tipo de cultivo, es cada vez más frecuente en nuestro medio por dos razones: el abono que se produce es de mayor calidad y costo es bajo, con relación a los fertilizantes químicos que se consiguen en el mercado. Los terrenos cultivados sufren la pérdida de gran cantidad de nutrientes, lo que agota la materia orgánica del suelo; por esta razón se debe proceder, permanentemente, a restituir los nutrientes perdidos, abonos orgánicos como el estiércol animal u otro tipo de materia del medio son importantes. (Fondo para la protección del agua, 2010).

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. (Román et al., 2013).

Para hacer un compost se pueden utilizar los siguientes elementos: Hojas, césped, hortalizas, paja, ramas podadas, aserrín, cenizas, afrecho del café o de té, papel, cáscara de huevo, frutas, verduras y



hortalizas, periódicos no impresos en color, yogures caducados, tapones de corcho, papel de cocina, aceite de aliñar, etc. (Fondo para la protección del agua, 2010).

4.3. Marco conceptual

Abono orgánico: Los abonos de origen son los que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos. (Fondo para la protección del agua, 2010).

Abono verde: plantas utilizadas para fertilizar el suelo. (Peters et al., 2010).

Compost: El compost es un abono orgánico que sirve para mejorar la tierra del jardín y para alimentar las plantas. Para hacer compost se puede aprovechar los residuos vegetales del jardín y del hogar en vez de tirarlos a la basura. (Fondo para la Protección del Agua, 2010).

Degradación de suelos: La degradación de los suelos y tierras se refiere a la disminución o alteración negativa de una o varias de las ofertas de bienes, servicios y/o funciones ecosistémicas y ambientales, ocasionada por procesos naturales o antrópicos que, en casos críticos, pueden originar la pérdida o la destrucción total del componente ambiental (IDEAM, 2004).

Desertificación: La desertificación es la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultantes de diversos factores. No es una expansión natural de los desiertos existentes; es un proceso gradual de pérdida de productividad del suelo y de adelgazamiento de la cubierta vegetativa por efecto de las actividades humanas y de las variaciones climáticas. Las



principales causas de desertificación son la agricultura, la erosión hídrica y eólica, los cambios climáticos, el sobrepastoreo, la deforestación, los incendios forestales, la extinción de especies nativas de flora y fauna, y la expansión urbana (Abc, 2006).

Germinación: que la planta brota de la semilla. (Peters et al., 2010).

Herbácea: que tiene la misma naturaleza de la hierba. (Peters et al., 2010).

Leguminosas: Familia de plantas que Producen legumbres y fijan Nitrógeno en el suelo mejorando su calidad. (Peters et al., 2010).

Materia orgánica: residuos vegetales, animales y de microorganismos en distintas etapas de descomposición, células y tejidos de organismos del suelo y sustancias sintetizadas por los seres vivos presentes en el suelo. (Román et al., 2013).

Nitrógeno: elemento indispensable para las plantas que puede estar en forma orgánica (proteínas y compuestos orgánicos), o inorgánica (nitrato o amonio). (Román et al., 2013).

Nódulos: abultamiento duro y redondeado producido por un tejido de la planta. (Peters et al., 2010).

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

Parcelas: El término se utiliza para nombrar a una porción pequeña de terreno, que suele considerarse como sobrante de otra mayor que ha sido comprada, adjudicada o expropiada. (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

Perenne: que no se acaba, que permanece. (Peters et al., 2010).

Proteína: materia albuminoide que le da calidad a una planta y necesaria en la alimentación. (Peters et al., 2010).



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

Suelo: El suelo es un componente fundamental del ambiente, natural, finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y microorganismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones y prestando servicios ecosistémicos vitales para la sociedad y el planeta (MADS, 2015). Además, el suelo ocurre en la superficie de la tierra, ocupa un espacio, y se caracteriza por uno o varios horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural. (USDA, 2006).

4.4. Marco contextual (localización geográfica)

El Municipio de Agustín Codazzi se encuentra en la parte Noreste del Departamento del CESAR, la posición Astronómica está determinada por las siguientes coordenadas: su cabecera está localizada a los 10° 02' 09" de latitud Norte y 73° 14' 20" de longitud Oeste. Dista de Valledupar 59 km. La cabecera municipal se encuentra a 132 metros de altura sobre el nivel del mar. Temperatura media 28 ° C. Posee un área de 1799,2 Km², la cual corresponde al 7.8 % del total departamental. (Plan de desarrollo, 2016).



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**



Figura 6. Imagen satelital del municipio de Agustín Codazzi.

Fuente: Google Earth, 2018.

El área de estudio es la finca Villa Melissa ubicada en las coordenadas ($10^{\circ} 02' 06''$ N $73^{\circ} 13' 24''$ W), perteneciente a la zona rural del municipio de Agustín Codazzi, Cesar, La finca consta de 3,4 ha aproximadamente. (Figura 8).



Figura 7. Imagen satelital de la finca Villa Melisa.

Fuente: Google Earth, 2018.



Los límites municipales se encuentran demarcados de la siguiente manera: al norte con los municipios La Paz y San Diego, al sur con el municipio de Becerril, al occidente con el municipio El paso, y al oriente con la Serranía del Perijá, la cual sirve de límite natural entre Colombia y la República Bolivariana de Venezuela. (PNUD & MINTRABAJO, 2014).

La región presenta dos sectores bien diferenciados: el oriental, quebrado por las influencias de las estratificaciones de la serranía de Los Motilones, con elevaciones hasta de 3000 metros y en donde nacen raudos y torrentosos, los ríos Casacará, Fernambuco, Magiriaino y Sicarare. El sector occidental, es plano, bañado por el río Cesar y los anteriormente enunciados y caracterizado por ser el más apto para las actividades agropecuarias del departamento del Cesar. (Montero, 2016).

Sistema montañoso:

Está representado por la Serranía de los Motilones, que toma diversos nombres, entre ellos el de Serranía de Perijá al penetrar un ramal de la cordillera oriental en el sector del departamento del Cesar. Esta serranía presenta en su conformación geológica, rocas sedimentarias del mesozoico y rocas del paleozoico, con recursos minerales de asfalto. (Montero, 2016).

Suelos:

En el municipio de Agustín Codazzi se localizan uno de los suelos más ricos del departamento de Cesar, ya que poseen un buen porcentaje de fósforo soluble, suelos arcillosos, gravillosos de permeabilidad moderadamente rápida y contenido de materia orgánica muy baja. En la planicie predominan los suelos salinos, debido a la infiltración de aguas lluvias que penetran las capas blandas, atravesando los estratos ricos en materiales calcáreos originando las corrientes de aguas freáticas con presencia de sales. En otros sectores afloran las pizarras arcillosas y areniscas finas, debido al fenómeno de erosión de las pendientes. (Montero, 2016).

Clima:



El clima predominante en el municipio es el tipo tropical húmedo y seco, caracterizado por una precipitación que oscila entre los 1000 y 2000 mm³ anuales. En la serranía del Perijá el clima es variado, de acuerdo a su conformación topográfica (diversidad de pisos térmicos), y las temperaturas oscilan entre los 28 y 35°C en la parte baja y en el alta entre los 12 y 24°C. (Montero, 2016).

Vegetación:

En cuanto a la vegetación, predomina en el municipio el bosque seco tropical en las zonas entre los cero metros a los 1100 metros sobre el nivel del mar. Entre los 900 a 2100 metros sobre el nivel del mar se localiza el bosque húmedo tropical en las laderas de la Serranía en donde existen pendientes suaves, medianas o de mucha inclinación. Entre los 2000 a 3000 metros de altura sobre el nivel del mar, en las altas crestas de la Serranía del Perijá, se localiza el bosque húmedo montano y bajo, caracterizado por temperaturas de 18 a 12°C, con lluvias durante casi todo el año y con presencia de heladas en épocas de verano. (Montero, 2016).

Hidrografía:

La hidrografía del municipio de Agustín Codazzi se limita al paso de río Cesar por el territorio, a la cuenca del río Magiriaimo y pequeñas corrientes de agua como el río Casacará y el río Sicarare nacientes en la Serranía del Perijá. (Montero, 2016).

4.5. Marco legal

A continuación, se mencionan las normas con las que se regirá el proyecto en cuestión:

Tabla 1. Normas que rigen al presente proyecto.

Constitución Política de Colombia	Artículo 8	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.
	Artículo 63	Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los



	<p>demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables.</p>
Artículo 79	<p>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.</p>
Artículo 80	<p>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. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.</p>
Artículo 332	<p>El Estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, sin perjuicio de los derechos adquiridos y perfeccionados con arreglo a las leyes preexistentes.</p>
Artículo 334	<p>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 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.</p>
23 de 1973	<p>Prevención y control de la contaminación del medio ambiente, mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables.</p>
9 de 1979	<p>Código Sanitario Nacional: Entre sus disposiciones prohíbe descargar, sin autorización, los residuos, basuras y desperdicios y, en general, de desechos que deterioren los suelos o causen daño o molestia a individuos o núcleos humanos.</p>
99 de 1993	<p>Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.</p>

Ley



388 de 1997	Objeto: El ordenamiento del territorio municipal y distrital tiene por objeto complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial, racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible, mediante: La definición de las estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo, en función de los objetivos económicos, sociales, urbanísticos y ambientales.
2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 1974 de 1989 artículo 7	El Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables (DMI) se organizará conforme a un proceso de ordenamiento territorial, realizando recuperación: Esta categoría puede ser de dos tipos: recuperación para la preservación: Entiéndase por recuperación para la preservación las actividades humanas orientadas al restablecimiento de las condiciones naturales primigenias de la zona y recuperación para la producción: Entiéndase por recuperación para la producción las actividades humanas orientadas al restablecimiento de las condiciones naturales que permitan el aprovechamiento sostenible de los recursos de la zona.

Fuente: Los autores, 2020.



5. MARCO METODOLÓGICO

En esta etapa se desarrolló un procedimiento para el cumplimiento del objetivo general que trata sobre la rehabilitación de los suelos degradados por malas prácticas agropecuarias mediante la utilización de leguminosas (*Vigna unguiculata*) como fijadoras de Nitrógeno en la finca villa Melisa en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar.

5.1. Línea y sublínea de investigación

Sostenibilidad y gestión ambiental.

Sub-línea: suelo.

5.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación de este proyecto es experimental, el cual consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular (Debold & Meyer, 2006). Teniendo en cuenta los aspectos estratégicos de una investigación, el diseño de esta investigación es de campo. El concepto trabajo de campo alude a las acciones que tiene que realizar el investigador para efectuar la observación/medición de los fenómenos empíricos, tanto en los contextos naturales en que éstos se presentan como en situaciones especiales creados por el investigador tales como los experimentos, las mediciones de laboratorio, etc. (Yuni & Urbano, 2014).

Según la forma en que se desarrolló el proyecto también es denominado de razonamiento deductivo, ya que se trabajó de una forma empírica para comprobar la realidad con la teoría. Cuando existen conocimientos válidos y aceptados como universales, suele adoptarse la lógica deductiva, que en su intento de verificar si la realidad coincide con los enunciados teóricos, va descubriendo particularidades y casos excepcionales que permiten ampliar los conocimientos y mejorar la capacidad descriptiva de las teorías (Yuni & Urbano, 2014). También se debe tener en cuenta que en base a los datos que se utilizan pueden ser cuantitativo y cualitativo, para este proyecto se opta trabajar con los dos tipos



cuantitativo y cualitativo ya que se recogió, procesó y analizó datos cuantitativos o numéricos sobre variables previamente determinadas y se estudiaron los contextos estructurales y situacionales del área de trabajo (Domínguez, 2007).

5.3. Población

El municipio de Agustín Codazzi, Cesar consta de un área total de 1739km^2 de los cuales $5,49\text{km}^2$ corresponde a la extensión del área urbana y $1733,51\text{km}^2$ a la rural, esta última corresponde a la población de la investigación.

5.4. Muestra

El muestreo se definió de manera aleatoria, se escogió un área de 3,4 ha aproximadamente la cual hace referencia a la finca Villa Melisa y un área de trabajo que estuvo comprendida por 10m^2 .

5.5. Desarrollo metodológico

Para la ejecución de este proyecto se realizaron tres etapas, las cuales se describen a continuación:

5.4.1. Etapa 1: Establecimiento de las condiciones iniciales de los suelos degradados por malas prácticas agropecuarias en la finca Villa Melisa en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar.

Actividad 1.1. Definir puntos de muestreo: Se identificó el sitio de ubicación de las parcelas para realizar su construcción y el debido encerramiento que constará de alambres púas y pilotes de maderas, para restringir el paso de animales y cualquier otra persona que no esté encargada del proyecto.

Actividad 1.2. Toma de muestra del suelo: Para la descripción de las características del suelo antes de realizar la siembra de las leguminosas y una vez hecha la delimitación del terreno, se procedió a la recolección de las muestras del suelo de cada parcela, implementando un muestreo compuesto.



El muestreo compuesto se realizó mediante el método por zigzag en el que se recogieron pequeñas proporciones de suelo tomadas a 20 cm de profundidad, luego se depositaron en un balde limpio para ser mezcladas y así obtener una muestra representativa de aproximadamente 1 kilogramo, esta se depositó en una bolsa ziploc con su respectiva réplica y debidamente rotuladas fueron enviadas al laboratorio de investigación y servicios de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA.

Con respecto a la muestra no disturbada, se utilizaron anillos de acero inoxidable de 1 ½” por 4 cm de largo. Siguiendo los protocolos de toma de muestra no disturbada por parte de AGROSAVIA se obtuvo una muestra representativa la cual fue debidamente rotulada y enviada a las instalaciones del laboratorio.

Actividad 1.3. Caracterización inicial de los parámetros a analizar: Una vez tomada la muestra disturbada y no disturbada, se procedió con la caracterización de los parámetros fisicoquímicos. Dentro de los análisis químicos se determinaron los siguientes parámetros: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, intercambio catiónico, pH y carbono orgánico. Y en cuanto a los físicos: densidad aparente y real, retención de humedad, porosidad, textura y color.

Tabla 2. Descripción de los métodos de los Análisis Físicos y Químicos.

Variables	Métodos
Análisis Físicos	
Densidad aparente (en anillo)	Método. IGAC 2006 / Técnica: Cilindro de volumen conocido.
Densidad real	Método. IGAC 2006 / Técnica: Pícnómetro.
Retención de humedad (0.1, 0.3, 1.0, 3.0, y 15 bar) (en anillo)	Método. IGAC 2006 / Técnica: Cámaras de Presión.
Porosidad	$E = \frac{\rho_{\text{real}} - \rho_{\text{aparente}}}{\rho_{\text{real}}}$
Textura	Método. IGAC 2006 / Técnica: Bouyoucos
Color	Notación munsell
Análisis Químicos	
Nitrógeno	Método: EPA 351,3 modificada FOSS / Técnica: Volumetría
Fósforo	Método: VC_R_007, Versión 2 de 22-09- 2017, extracción Bray II / Técnica: Espectrofotometría UV-VIS



Azufre	Método: NTC 5402 / Técnica: Espectrofotometría VIS -Turbidimétrico
Intercambio catiónico	Método: NTC 5268 modificada, acetato de amonio 1M / Técnica: Volumetría
pH	Método: VC_R_004 versión 3 de 2017-01-28 / Técnica: Potenciómetro
Carbono Orgánico	Método: Combustión por vía seca / Técnica: Cuantificación en Analizador Elemental

Fuente: Los autores, 2020.

5.4.2. Etapa 2: Analizar la interacción de los suelos degradados por las malas prácticas agropecuarias mediante la aplicación de 3 especies de leguminosas y compost orgánico.

Actividad 2.1. Establecimiento del vivero: Se realizó el sembrado de las semillas de leguminosas las cuales se compraron en un centro certificado, se sembraron cinco semillas por cada bolsa de germinación haciéndolo en forma manual depositando cada semilla en hoyos de 5 cm de profundidad, para luego taparlos con la mano. Se sembraron utilizando agua, la dosis de agua dependió de la semilla, el tipo de suelo que se utilizó es el suelo de la finca Villa Melisa en Agustín Codazzi, Cesar, Las bolsas de germinación se dejaron en un lugar en donde hubo suficiente luz solar. Cada tratamiento tuvo tres (3) cantidades de compost diferentes y una (1) réplica por cada una. En total resultaron 18 bolsas de germinación (incluyendo las réplicas) y 90 semillas.

Después de este proceso se esperó a que las leguminosas crecieran para la evaluación de la longitud y crecimiento de la raíz, esta evaluación se realizó para observar las características físicas de las raíces determinando así el avance de cada tratamiento en cada especie según la cantidad de abono aplicado para su posterior trasplante a campo.

Actividad 2.2. Trasplante de las leguminosas a campo y aplicación de compost orgánico: Se realizó el trasplante de las leguminosas, estas se sembraron en 9 parcelas, de la siguiente manera:

Tabla 3 Establecimiento de las parcelas.

Parcela 1	<i>Vigna unguiculata</i> sin Compost + réplica
Parcela 2	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. sin Compost + réplica



Parcela 3	<i>Pueraria lobata</i> sin Compost + réplica
Parcela 4	<i>Vigna unguiculata</i> con Compost (30g/semilla) + réplica
Parcela 5	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. con Compost (30g/semilla) + réplica
Parcela 6	<i>Pueraria lobata</i> con Compost (30g/semilla) + réplica
Parcela 7	<i>Vigna unguiculata</i> con Compost (50g/semilla) + réplica
Parcela 8	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. con Compost (50g/semilla) + réplica
Parcela 9	<i>Pueraria lobata</i> con Compost (50g/semilla) + réplica

Fuente: Los autores, 2021.

En la figura 8 se encuentran las dimensiones y distribución de cada una de las parcelas.

Para llevarse a cabo el procedimiento anterior se desarrollaron unos pasos que repercutieron en el éxito del sembrado de las semillas de leguminosas:

1. Se procedió a la preparación y arado del suelo en forma manual con azadón, pico y pala, teniendo en cuenta cuáles fueron las parcelas a las que se les aplicó el compost. (Ver tabla 3).
2. Luego se realizó la debida señalización de cada tratamiento descrito anteriormente a través de letreros. Los letreros fueron de madera y con dimensiones de (40 x 20) cm cada uno, los cuales estaban clavados en postes de madera.
3. Posteriormente se llevó a cabo el trasplante de las leguminosas a las parcelas previamente aradas.
4. El sistema de riego fue manual.

Actividad 2.3. Seguimiento de las parcelas: Se llevó un respectivo seguimiento de las parcelas en un ciclo de dos (2) meses, para supervisar el crecimiento y comportamiento de las leguminosas al inicio de la rehabilitación del suelo, además para detectar cualquier anomalía, malezas y plagas que pudieron haber afectado el desarrollo de las plantas. Luego se procedió a la extracción de una plántula de cada tratamiento para realizar un análisis físico y observatorio a las raíces.



5.4.3. Etapa 3: Evaluar la eficiencia de la interacción de las leguminosas en la rehabilitación del suelo degradado mediante medición de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, intercambio catiónico, pH y carbono orgánico.

Actividad 3.1. Caracterización físico química del suelo luego de la siembra y crecimiento de las leguminosas: Una vez adaptadas y desarrolladas las plantas, se tomaron las muestras de suelo de cada unidad experimental y se realizaron los análisis químicos y físicos correspondientes, teniendo en cuenta el mismo proceso de muestreo mencionado en la actividad 1.3. de este documento. Dentro de los análisis químicos se determinará: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, intercambio catiónico, pH y carbono orgánico. Y en cuanto a los físicos: densidad aparente y real, porosidad, retención de humedad, textura y color. (Ver tabla 2). Este paso se realizó con el fin de observar el estado del suelo después de la intervención de las leguminosas.

Para conocer la eficiencia del proceso de rehabilitación del suelo utilizando leguminosas, se realizó una comparación entre los resultados obtenidos en los análisis de cada tratamiento aplicado (con y sin compost), para verificar el estado del suelo antes y después de la siembra de leguminosas.

Actividad 3.2. Análisis de la interacción de las leguminosas antes y después de la implementación de los tratamientos: Una vez procesados todos los datos obtenidos de los análisis químicos y físicos antes y después de la intervención de las leguminosas, se llevó a cabo una serie de interpretaciones que ayudaron a responder todos los interrogantes que se han planteado en este proyecto, principalmente se dio respuesta al interrogante problema sobre la utilización de plantas leguminosas como mecanismo de rehabilitación de suelos degradados.

Actividad 3.3. Plan de procedimiento estadístico: La interpretación y recolección de resultados se obtuvo con la ayuda del programa de Microsoft Office Excel.

5.6. Diseño experimental

➤ En cuanto al tratamiento

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con nueve tratamientos, algunos de ellos estuvieron representados con la aplicación de compost en el sembrado, cada tratamiento tuvo una réplica. Las parcelas tuvieron un área de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,5 \times 0,5$) y estuvieron separadas por pasillos de 20 cm de ancho. Las variables analizadas en este proyecto fueron: la cantidad de Nitrógeno fijado por las leguminosas y otras como: Fósforo, Azufre, intercambio catiónico, pH y carbono orgánico las cuáles también estuvieron reguladas o influenciadas por la presencia de estas plantas.

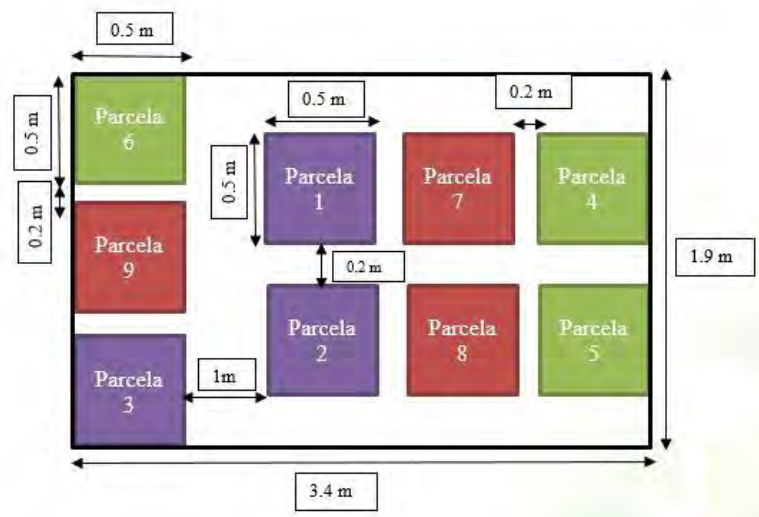


Figura 8. Distribución de los tratamientos en el terreno. (Área total: $6,46 \text{ m}^2$) (Área que ocupan las parcelas: $2,25 \text{ m}^2$).

Fuente: Los autores, 2021.

La variable que en esta investigación determinó su eficiencia fue el porcentaje de nitrógeno fijado por las leguminosas en el suelo utilizando cantidades diferentes de compost orgánico por número de semillas sembradas. En la siguiente sección de esta investigación se exponen los resultados obtenidos y se verifica la efectividad de las leguminosas como potenciales rehabilitadores de suelo en la fijación de nitrógeno.



➤ **En cuanto al compost**

El abono utilizado (fertiorgánico) es un compost orgánico fabricado y distribuido por Fertilizantes del Norte LTDA “FERTINORTE LTDA” en la planta de producción 2 - Caserío El Hatillo, La Loma, Cesar.

Es un fertilizante orgánico granulado para aplicación al suelo de uso agrícola. FERTIORGÁNICO, es un acondicionador orgánico, también llamado mejorador de suelos, de origen vegetal de última generación. Elaborado a partir de la mezcla de materiales orgánicos y residuos sólidos que se generan del proceso de la extracción de aceite de palma.

FERTIORGÁNICO, es un abono enriquecido con microorganismos eficientes, nitrificantes y oxidantes estabilizados por el compostaje, previamente homogenizado, haciendo que su acción vaya directamente al suelo, mejorándole las propiedades fisicoquímicas.

De acuerdo al registro de venta ICA No. 9137 a nombre de FERTILIZANTES DEL NORTE LTDA., “FERTINORTE LTDA”, queda establecida la composición fisicoquímica y garantizada de fertiorgánico, el cuál fue el abono utilizado en el desarrollo de la tesis.

Tabla 4. Caracterización del abono orgánico (FERTIORGÁNICO)

COMPOSICIÓN GARANTIZADA	
Nitrógeno total (N)	1,44 %
Fósforo total (P₂O₅)	1,0 %
Potasio total (K₂O)	1,17 %
Calcio total (CaO)	1,05 %
Carbono orgánico oxidable total	21,67 %
Silicio total (SiO₂)	24,14 %
PH	6,81 %
Densidad	053 g/cm ³



Capacidad de intercambio catiónico	42,4 meq/ 100g
Contenido de metales por debajo de los límites establecidos en la norma	
Salmonella Sp ausente/25 g	
Enterobacterias <10 UFC/g	

Fuente: Fertilizantes del norte LTDA. "FERTINORTE LTDA", 2021.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Etapa 1: Establecimiento de las condiciones iniciales de los suelos degradados por malas prácticas agropecuarias en la finca Villa Melisa en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar.

6.1.1. Definición de puntos de muestreo y toma de muestras del suelo.

Se identificó el sitio de ubicación de las parcelas para realizar su construcción y el debido encerramiento que constó de mallas y pilotes de maderas, para restringir el paso de animales y cualquier otra persona que no estaba encargada del proyecto, en la siguiente figura se observa el procedimiento realizado:



Figura 9 Encerramiento de las parcelas.

Fuente: Los autores, 2020.

Posteriormente a la ubicación y encerramiento de las parcelas, se procedió a realizar el muestreo inicial del suelo, que nos permitiera conocer las condiciones iniciales del mismo, el proceso se llevó a cabo mediante un muestreo disturbado y no disturbado; el primero denominado muestreo disturbado se realizó a través de un muestreo compuesto del suelo, en el que se tomaron muestras representativas de suelo en distintos sectores del área de trabajo a una profundidad de 20 cm de tal manera que pudieran mezclarse. El muestreo no disturbado se realizó utilizando un anillo en acero inoxidable de 1.1/2 de diámetro por 4 cm de largo, para facilitar su ingreso en el suelo se colocó un trozo de madera en la parte superior del anillo, golpeándolo con un mazo de goma hasta lograr el ingreso perpendicular del anillo al suelo, luego se procedió a retirarlo con una pala cuidando que la muestra dentro del anillo no fuese alterada y que quedaran sobrantes de tierra en ambos extremos del anillo, de acuerdo a lo observado en la figura 10.



Figura 10. Toma de muestras disturbadas y no disturbadas.

Fuente: Los autores, 2020.

6.1.2. Caracterización inicial de los parámetros a analizar:

En el desarrollo de la primera fase, se realizó el análisis inicial antes de la intervención de las leguminosas al suelo objeto de estudio, se pudo establecer las características fisicoquímicas del suelo para su posterior comparación una vez implementado el tratamiento con las leguminosas.

Las muestras fueron enviadas y analizadas en laboratorio de investigación y servicios de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, NIT. 800.194.600-3, procesando las siguientes variables fisicoquímicas del suelo con sus respectivos métodos de estudio, en la tabla 5 se muestran los resultados entregados por parte del laboratorio.

Tabla 5. Características físico-químicas iniciales del suelo objeto de estudio.

Características	Unidad	Suelo de estudio
Textura		
Arena	g/100 g	63.96
Arcilla	g/100 g	13.82
Limo	g/100 g	22.22



Tipología		FRANCO ARENOSO
Densidad real (Dr)	g/cc	2,48
Densidad aparente (Da)	g/cc	1,43
Porosidad	%	42,33
Retención de humedad		
Punto 0,1 bares	%p/v	29,43
Punto 0,3 bares	%p/v	25,37
Punto 1 bares	%p/v	24,47
Punto 3 bares	%p/v	23,70
Punto 15 bares	%p/v	23,14
PH	-	6.28
Capacidad Interc Catiónico Efect (CICE)	cmol(+)/kg	10.06
Carbono Orgánico (CO)	g/100 g	1.35
Nitrógeno total (NT)	g/100 g	0.41
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	17.55
Azufre (S) disponible	mg/kg	2.62
Materia Orgánica (MO)	g/100 g	2.33
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	0.28

Fuente: Los autores, 2021.

➤ Color

El color como parámetro indicador de la calidad del suelo, el laboratorio que realizo las pruebas fisicoquímicas, no presento un análisis determinado, por lo tanto mediante revisión documental, se evidencio que la Autora Pacho en la presentación Plan básico de ordenamiento territorial municipio de Agustín Codazzi, se evidencio el diagnostico de las condiciones edafológicas en este municipio, señalando como características del suelo, un color pardo grisáceo oscuro, manchado de pardo fuerte y textura media.

Como tal el color en el suelo no es un parámetro que genere un efecto directo en el crecimiento de las especies; pero si puede generar un impacto en las condiciones de temperatura y humedad del mismo, cuando los suelos presentan tonalidades oscuras como lo evidencia la Autora en la zona de estudio, tienden a presentar un mayor secado, que en suelos más claros; por lo tanto, entre mayor energía del sol, se presenta una mayor evaporación.

➤ Textura



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

Tabla 6: Cantidades de Arena, Arcilla y Limo.

Parámetro	Variable	Resultado
Arena	A%	63.96
Arcilla	Ar%	13.82
Limo	L%	22.22

Fuente: Los autores, 2021.

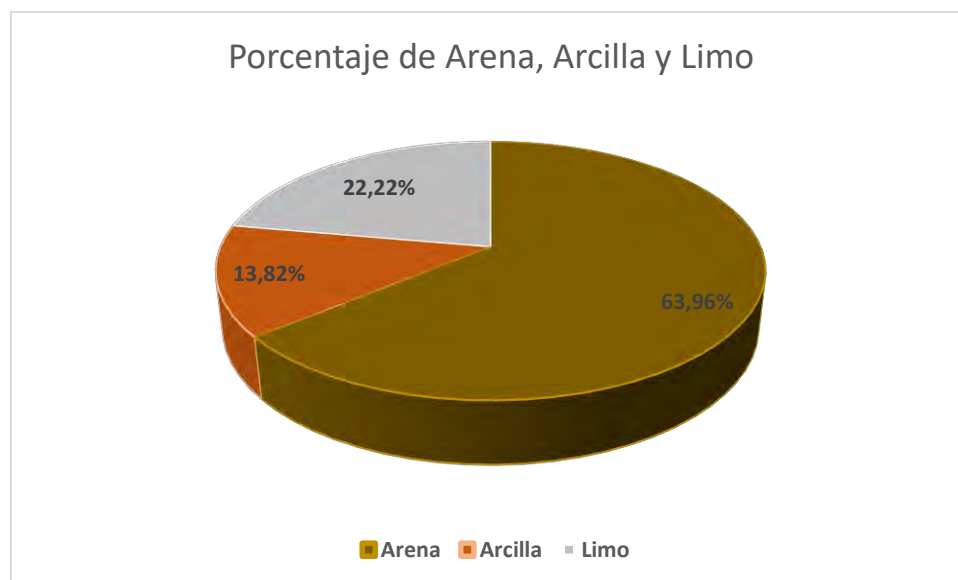


Gráfico 1 Representación gráfica de la cantidad de Arena, Arcilla y Limo.

Fuente: Los autores, 2021.

Basándonos en el gráfico 1, se puede observar que se presenta un 63,96% de arena y en unos porcentajes más bajos arcilla y limo, lo que representa que tiene características de un suelo franco arenoso son de textura moderadamente gruesa, lo cual le otorga algo más de coherencia entre



partículas, su capacidad de retención de agua es buena por la presencia de arcilla. Este tipo de suelo no forma figura, son ásperos en la mano, y es un suelo de alta productividad agrícola ya que tienen una textura relativamente suelta propiciada por la arena y una fertilidad aportada por los limos.

➤ **La densidad real**

El análisis de la densidad real es la relación entre volumen de las partículas sólidas del suelo y el volumen que ocupan estas sin considerar el espacio ocupado por los poros, la densidad real depende de la composición mineral del suelo y del contenido de algunos sólidos especiales en él, como la materia orgánica y los óxidos de hierro.

La densidad real, cuando no se presentan cantidades considerables de materia orgánica, fluctúa entre 2.5 y 2.6 g/ cc, y alcanza el mayor valor (2.65 g/ cc) en suelos arcillosos o arenosos con muy poca materia orgánica (Roberto, 1997). Además, esta varía evidentemente con la proporción de los elementos que constituyen el suelo.

La densidad real del estudio se realizó mediante el método del picnómetro, en donde se determina que volumen de agua desplazan los sólidos al ser sumergidos y el resultado obtenido fue de 2,48 g/cc, por lo cual; podemos deducir que el suelo objeto de estudio presenta una **Dr** baja y que los horizontes superficiales del suelo poseen considerablemente un alto contenido de materia orgánica y siendo la densidad real un valor relativamente constante. Al aumentar el contenido de materia orgánica se reduce la densidad real del suelo, esta densidad por encontrarse por debajo de la que alcanza el mayor valor que es 2.65 g/cc que es la promedio, puede indicar alto contenido de aluminosilicatos no cristalinos en el suelo.

➤ **Densidad aparente**

La densidad aparente es la relación entre la masa del suelo seco y el volumen total aparente del mismo, en este análisis incluye tanto el volumen del sólido como el espacio poroso entre partículas; los valores



que puede tomar la **Da** depende de factores como la textura, la estructura y contenido de materia orgánica del suelo, en contraste con la densidad real que es más o menos constante, la densidad aparente es altamente variable debido a variaciones en la cantidad y calidad del espacio poroso. A medida que aumenta la materia orgánica y el espacio poroso, disminuye la **Da** y viceversa; la densidad aparente es un indicador que nos permite identificar indicadores de propiedades importantes del suelo, como son: la compactación, porosidad, grado de aireación y capacidad de infiltración.

Teniendo en cuenta la textura se consideran como valores altos para la densidad aparente, aquellos que sean superiores a 1.3 Mg m⁻³, en suelos con texturas finas; los mayores a 1.4 Mg m⁻³, en suelos con texturas medias y los mayores a 1.6 Mg m⁻³, en suelos con texturas gruesas (Daniel, 2002).

El análisis de la **Da** de la muestra estudiada presenta un resultado de 1,43 g/cc, es decir una densidad aparente media; basándonos en esto podemos decir que cuando aumenta la densidad aparente disminuye la porosidad total, la **Da** puede afectar el crecimiento de las plantas debido al efecto que tiene en la resistencia y la porosidad del suelo sobre las raíces, al contar con un aumento de la **Da** se va a afectar la disponibilidad de agua, de oxígeno, la penetrabilidad de las raíces y la resistencia mecánica tiende a aumentar, lo cual hace que las raíces tengan dificultades para elongarse y penetrar hasta alcanzar el agua y los nutrientes necesarios.

➤ **Porosidad**

La porosidad total del suelo es el porcentaje del volumen del suelo que no está ocupado por las partículas sólidas y también se puede definir como la capacidad máxima de almacenar agua. A partir de la porosidad se determina la capacidad que tiene de almacenar agua o aire, siendo una medida fundamental para el desarrollo y conservación de las plantas para la actividad biológica de del suelo. Se mide por la relación en la densidad aparente (**Da**) y la densidad real (**Dr**).

El porcentaje de porosidad vendrá expresado por:

$$P = 100 (1 - da/dr) \%$$



$$P = 100 (1 - 1.43 \text{ g/cc} / 2.48 \text{ g/cc}) = 42,33 \%$$

Tabla 7: Resultados obtenidos parámetro porosidad total.

Parámetro	Variable	Resultado
Porosidad	Pt	42,33%

Fuente: Los autores, 2021.

Tabla 8. Clasificación de la porosidad del suelo.

Porosidad total (%)	Clasificación
>70	Excesiva
55-70	Excelente
50-55	Satisfactoria
40-50	Baja
<40	Muy baja

Fuente: (Daniel, 2002).

Se observa la tabla 8 que la porosidad de la muestra se encuentra en un rango de 40-50, lo cual implica según la clasificación que presenta una porosidad baja, lo que hace que resulte difícil la entrada de la hidratación y se puede crear asfixia de las raíces es decir no presentaría un crecimiento natural además el transporte de nutrientes es deficiente y una oxigenación menor.

➤ pH

La reacción del suelo es aquella propiedad que establece el grado de acidez o de alcalinidad que él presenta; así mismo tiene una gran influencia en las propiedades físicas, químicas y biológicas, por lo tanto, es una de las propiedades más importantes. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 9: Resultados obtenidos parámetro pH.



Parámetro	Variable	Valor ideal	Resultado
pH	pH	7	6.28

Fuente: Los autores, 2021.

Tabla 10: Valores de los parámetros de PH.

pH	Categoría	Interpretación
< 5.0	Extremadamente ácido	Severa toxicidad por Al y quizá por Mn; Alta probabilidad de deficiencia de P, S, Mo y bases intercambiables; se esperan altos niveles de algunos micronutrientes. Muchos cultivos requieren encalamiento.
5.0-5.5	Fuertemente ácido	Toxicidad moderada por Al y Mn; deficiencia de P, S, Mo y bases; altos niveles de algunos micronutrientes. Muchos cultivos requieren encalamiento.
5.5-6.0	Moderadamente ácido	No se espera la toxicidad por Al; mayor disponibilidad de P, S, Mo y bases. Algunos cultivos susceptibles a la acidez del suelo requieren encalamiento.
6.0-6.5	Ligeramente ácido	Adecuada condición para la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
6.5-7.3	Neutro	Altos niveles de Ca, Mg. Algunos cultivos pueden mostrar deficiencias de micronutrientes. La disponibilidad de P puede ser baja.
7.4-8.0	Alcalino	Baja disponibilidad de P y micronutrientes. Altos niveles de Ca, Mg. El Na puede ser un problema.
> 8.0	Muy alcalino	Severas limitaciones en la disponibilidad de algunos nutrientes. El nivel de Na puede ser tóxico.

Fuente: (N, 2012)

Se puede observar en la tabla 9 que se cuenta con un valor ligeramente ácido, basándonos en la clasificación de la tabla 10. Al contar con un suelo ácido se presenta carencia de calcio y magnesio, se reduce la humificación y la mineralización de la materia orgánica, en ellos se reduce la actividad microbiana y disminuye la asimilación del fósforo, que precipita dando forma insoluble con manganeso, aluminio y hierro y una de las ventajas es que los micronutrientes salvo el molibdeno son mejor absorbidos en este tipo de pH.

➤ Capacidad Intercambio Catiónico

Esta capacidad del suelo es lo que permite retener los elementos necesarios para nutrir las plantas, cuanto mayor sea la capacidad mayor será la fertilidad natural del suelo.

Tabla 11: Resultados obtenidos parámetro Capacidad Intercambio Catiónico Efectiva



Parámetro	Variable	Valor ideal	Resultado
Capacidad Intercambio Catiónico Efectiva	CICE	45 meq/100g	10.06 cmol(+)/kg

Fuente: Los autores, 2021.

C. I. C. total meq/100 g	Nivel	Observaciones
0-10	Muy bajo	Suelo muy pobre; necesita aporte importante de materia orgánica para elevar C. I. C.
10-20	Bajo	Suelo pobre; necesita aporte de materia orgánica
20-35	Medio	Suelo medio
35-45	Medio alto	Suelo rico
Mayor de 45	Alto	Suelo muy rico

➤ Nitrógeno total (NT)

El Nitrógeno en el suelo se encuentra en dos formas diferentes: orgánica y química, en donde el nitrógeno orgánico representa entre el 85 y el 95% del N total del suelo y el nitrógeno inorgánico es la fracción realmente disponible para las plantas y su contenido es generalmente menor al 10% del total.

La disponibilidad de este elemento depende de la mineralización de la materia orgánica por parte de los microorganismos.

Tabla 12: Resultados obtenidos del % del Nitrógeno.

Parámetro	Variable	Variable	Resultado
Nitrógeno total	NT	g/100 g	0.41

Fuente: Los autores, 2021.



➤ **Fósforo (P) Disponible**

EL fósforo es de gran importancia para el desarrollo de las plantas porque interviene en funciones fundamentales como lo es favorecer el desarrollo de las raíces, estimular el crecimiento y desarrollo vigoroso de las plantas y favorece la floración y la fructificación y con ello la cantidad y calidad de frutos y semillas, es decir que las necesidades de este macronutriente son altas; el valor ideal del fosforo en el suelo es que supere el 25%, teniendo en cuenta los resultados de la muestra fue de 17.55 mg/kg el resultado obtenido; lo que quiere decir que se encuentra por debajo de los valores ideales.

Tabla 13: Resultados obtenidos del % Fósforo.

Parámetro	Variable	Valor ideal	Resultado
Fosforo	P	25%	17.55 mg/kg

Fuente: Los autores, 2021.

Los factores que afectan la disponibilidad del fósforo para las plantas son humedad, textura, materia orgánica y pH.

Teniendo en cuenta la tabla 13 y el gráfico que se observa a continuación, se puede identificar que es de suma importancia recuperar las condiciones químicas del suelo, el suelo estudiado presenta un buen nivel de materia orgánica que va a permitir un favorecimiento en la asimilación del fósforo.

La carencia de fósforo implica que al cultivar se necesita una cantidad considerable de este nutriente lo que implica una afectación al suelo ya que va ir presentando pérdida en la capacidad de retener otros nutrientes y además se causaría una degradación de las tierras.

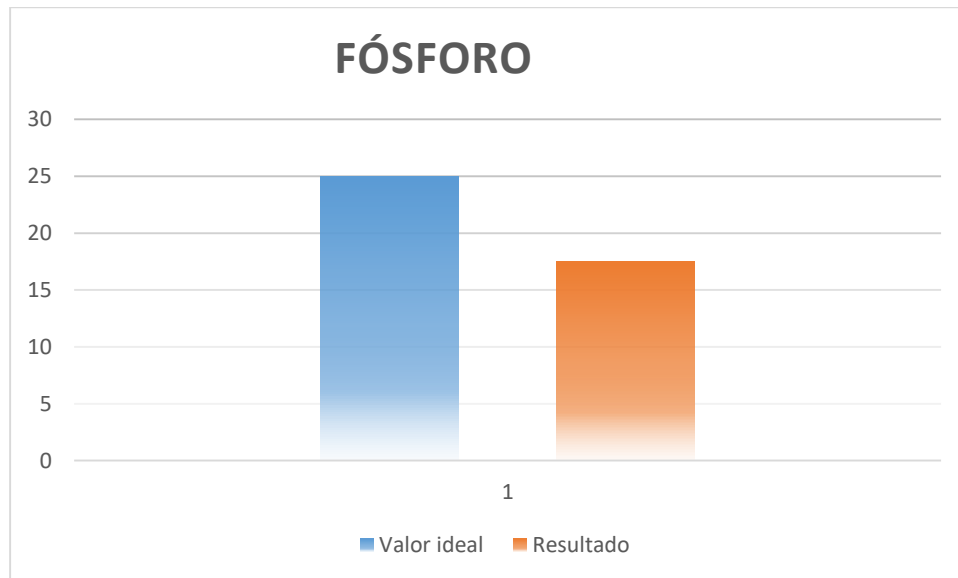


Grafico 2 Resultados parámetros del fósforo..

Fuente: Los autores, 2021.

➤ **Materia Orgánica (MO)**

Se refiere a la cantidad de restos orgánicos que se encuentran alterados y que por lo general pueden dar lugar a aumentar el contenido de nutrientes en el suelo, la materia orgánica tiene una elevada capacidad de intercambio catiónico, esto es una gran capacidad para retener cationes en el suelo, además, favorece la microestructura del suelo siendo un elemento muy positivo en la lucha contra la erosión de los suelos.

Los valores dentro de los cuales se presenta una adecuada condición para que los cultivos tengan un buen desarrollo son 2,5-3,0.

Tabla 14: Resultados obtenidos parámetro materia orgánica.

Parámetro	Variable	Valor ideal	Resultado
-----------	----------	-------------	-----------



<i>Materia Orgánica</i>	MO	2,5-3,0	2.33 g/100 g
-------------------------	----	---------	--------------

Fuente: Los autores, 2021.

Teniendo en cuenta la tabla anterior podemos deducir que el suelo estudiado presenta un valor de materia orgánica medio, lo que influye en afectaciones de la estructura física del suelo, la fertilidad del mismo se va a ver afectada, el desarrollo de los cultivos será un poco más lento y deficiencia en la capacidad de almacenar nutrientes los cuales favorecen la productividad.

De igual forma cabe resaltar que la cantidad de materia orgánica no es baja, lo que permitirá una facilidad en la recuperación del suelo para así tener una mayor fertilidad del mismo y adquirir una excelente capacidad de almacenar nutrientes.

6.2. Etapa 2: Analizar la interacción de los suelos degradados por las malas prácticas agropecuarias mediante la aplicación de 3 especies de leguminosas y compost orgánico.

6.2.1. Establecimiento del vivero.

En la segunda fase de la investigación y ya teniendo como punto de partida, las condiciones iniciales del suelo, se procedió a la aplicación de la leguminosa, como método de recuperación del suelo, por medio de la creación de un vivero organizado por parcelas, teniendo en cuenta la distribución ya mostrada en la metodología del proyecto.

Para la creación del vivero, se sembraron cinco semillas por cada bolsa de germinación utilizando agua, la dosis de agua dependió de la semilla y se regó solo cuando fue necesario, el tipo de suelo utilizado fue el suelo de la finca Villa Melisa en Codazzi, Cesar, luego se pusieron a germinar por un tiempo de 15 días, para esto las bolsas se dejaron en un lugar en donde hubo suficiente luz solar. Cada tratamiento tuvo tres (3) cantidades de compost diferentes y una (1), réplica por cada una. En total resultaron 18 bolsas de germinación (incluyendo las réplicas) y 90 semillas (30 semillas por cada especie).



Figura 11. Establecimiento del vivero.

Fuente: Los autores, 2021.

Después de este proceso se esperaron 15 días para el crecimiento de las raíces y estructuras en las plantas, para luego realizar el trasplante de las leguminosas, estas se sembraron en 9 parcelas, clasificados por tratamientos de la siguiente manera.

Tabla 15. Cantidades de compost correspondiente a cada tratamiento.

Cantidad de compost aplicada por cada tratamiento.	
TRATAMIENTO 1	<i>Vigna unguiculata</i> + 0 gramos de compost
TRATAMIENTO 2	<i>Vigna unguiculata</i> + 30 gramos de compost por semilla
TRATAMIENTO 3	<i>Vigna unguiculata</i> + 50 gramos de compost por semilla
TRATAMIENTO 4	<i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 0 gramos de compost
TRATAMIENTO 5	<i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 30 gramos de compost por semilla
TRATAMIENTO 6	<i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 50 gramos de compost por semilla
TRATAMIENTO 7	<i>Pueraria lobata</i> + 0 gramos de compost por semilla
TRATAMIENTO 8	<i>Pueraria lobata</i> + 30 gramos de compost por semilla
TRATAMIENTO 9	<i>Pueraria lobata</i> + 50 gramos de compost por semilla

Fuente: Los autores, 2021.

De acuerdo a la evaluación ocular, en los primeros 15 días antes de los trasplantes, se puede deducir que tienen un crecimiento adecuado de las raíces, de acuerdo a lo observado en el registro fotográfico de la tabla 16, la formación adecuada del sistema radicular, es de vital importancia, debido a que son las que permiten la fijación de las plantas y el principal encargado de la movilidad y absorción de nutrientes.

Tabla 16 Registro fotográfico del crecimiento de las raíces, antes del trasplante

Tratamiento 1 *Vigna unguiculata* + 0 gramos de compost



Tratamiento 2 *Vigna unguiculata* + 30 gramos de compost por semilla



Tratamiento 3 *Vigna unguiculata* + 50 gramos de compost por semilla



Tratamiento 4 *Phaseolus vulgaris* L. + 0 gramos de compost



Tratamiento 5 *Phaseolus vulgaris* L. + 30 gramos de compost por semilla



Tratamiento 6 *Phaseolus vulgaris* L. + 50 gramos de compost por semilla



Tratamiento 7 *Pueraria lobata* + 0 gramos de compost por semilla



Tratamiento 8 *Pueraria lobata* + 30 gramos de compost por semilla



Tratamiento 9 *Pueraria lobata* + 50 gramos de compost por semilla

No aplica

Fuente: Los autores, 2021.

Se observa en las ilustraciones anteriores, que en términos general presentaron una buena formación de sus raíces, destaca que en los T2 y T3 se muestra una mejor formación de raíces primarias y secundarias; aun así existen diversos factores externos que están involucrados y afectan el crecimiento de la misma, como la humedad y la temperatura, que en esta zona tienden a ser altas; también se identificó que el T9 que en su composición contenía 50 gr de compost por semilla, no hubo proceso de germinación y por lo tanto no se obtuvo resultados de la formación radicular.

Este sistema radicular presenta muchas características, que vuelve complejo estudiar este atributo en las especies, debido a que las ramificaciones de las raíces tienen una tasa de mortalidad y a la especie o planta de acuerdo a las condiciones que se encuentre, debe constantemente recuperar estas ramificaciones perdidas.



6.2.2. Trasplante de las leguminosas a campo y aplicación de compost orgánico:

Una vez desarrolladas las plantas en el vivero se procedió con su respectivo trasplante a cada una de las parcelas ya establecidas y rotuladas teniendo en cuenta de mantener la misma proporción de compost inicial para cada tratamiento.

➤ **Tratamiento 1**



Figura 12 Registro fotográfico tratamiento 1

Fuente: Los autores, 2020.

➤ **Tratamiento 2**



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**



Figura 13 Registro fotográfico tratamiento 2

Fuente: Los autores, 2020.

➤ **Tratamiento 3**



Figura 14 Registro fotográfico tratamiento 3

Fuente: Los autores, 2020.

➤ **Tratamiento 4**



Figura 15 Registro fotográfico tratamiento 4.

Fuente: Los autores, 2020.

➤ **Tratamiento 5**



Figura 16 Registro fotográfico tratamiento 5.

Fuente: Los autores, 2020.

➤ **Tratamiento 6**



Figura 17 Registro fotográfico tratamiento 6.

Fuente: Los autores, 2020.

➤ **Tratamiento 7**



Figura 18 Registro fotográfico tratamiento 7.

Fuente: Los autores, 2020.

➤ **Tratamiento 8**



Figura 19 Registro fotográfico tratamiento 8.

Fuente: Los autores, 2020.

➤ **Tratamiento 9**



Figura 20 Registro fotográfico tratamiento 9.

Fuente: Los autores, 2020.



En el apartado anterior, se evidencia un registro fotográfico por cada tipo de tratamiento, en la figura 20, se evidencia que el T9, no tuvo ningún tipo de crecimiento; si se observa detalladamente todos los tratamientos presentaron una buena coloración y tamaño de las hojas, lo que inicialmente muestra que el proceso de fijación de nutrientes puede estar dándose correctamente, adicionalmente se evidenció que presentaron un rápido crecimiento en la altura de los tallos de las especie, aun así este análisis se realiza con mayor profundidad en la tabla 17 y 18, se desarrolló un seguimiento del tamaño de diferentes atributos, pasados 15 días el proceso de trasplante para las leguminosas y sus raíces.

Tabla 17 Registro de evolución de las leguminosas de los tratamientos (a los 15 días de trasplantarse).

Variables (cm)	Altura (a)	Ancho hojas (b)	Largo hojas (l)	Diámetro tallo (d)	Área foliar (m ²)(b*l)	Ejemplares Germinados
Tratamiento 1 <i>Vigna unguiculata</i> + 0 gramos de compost						
Prom.	24	4,6	6,11	0,5	28,10	12
Tratamiento 2 <i>Vigna unguiculata</i> + 30 gramos de compost por semilla						
Prom.	18,67	3,72	6,22	0,6	23,14	10
Tratamiento 3 <i>Vigna unguiculata</i> + 50 gramos de compost por semilla						
Prom.	16	3,5	6	0,6	21	18
Tratamiento 4 <i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 0 gramos de compost						
Prom.	18	5,47	6,32	0,4	34,57	7
Tratamiento 5 <i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 30 gramos de compost por semilla						
Prom.	12,67	6,4	7,32	0,3	46,85	5
Tratamiento 6 <i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 50 gramos de compost por semilla						
Prom.	15,33	5,78	7	0,3	40,46	4
Tratamiento 7 <i>Pueraria lobata</i> + 0 gramos de compost por semilla						
Prom.	28,33	3,8	5	0,5	19	12
Tratamiento 8 <i>Pueraria lobata</i> + 30 gramos de compost por semilla						



Prom.	17,67	5,6	4,6	0,3	24,64	5
Tratamiento 9 <i>Pueraria lobata</i> + 50 gramos de compost por semilla						
No aplica						

Fuente: Los autores, 2021.

Tabla 18 Registro de la evolución de las raíces de las leguminosas de los tratamientos (a los 15 días de trasplantarse)

Variables (cm)	Ancho	Largo	Área
Tratamiento 1 <i>Vigna unguiculata</i> + 0 gramos de compost			
Prom.	14,5	3	43,5
Tratamiento 2 <i>Vigna unguiculata</i> + 30 gramos de compost por semilla			
Prom.	13	4	52
Tratamiento 3 <i>Vigna unguiculata</i> + 50 gramos de compost por semilla			
Prom.	11	3,5	38,5
Tratamiento 4 <i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 0 gramos de compost			
Prom.	6	2,8	16,8
Tratamiento 5 <i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 30 gramos de compost por semilla			
Prom.	4	2	8
Tratamiento 6 <i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 50 gramos de compost por semilla			
Prom.	6	4	24
Tratamiento 7 <i>Pueraria lobata</i> + 0 gramos de compost por semilla			
Prom.	13	3,5	58,5
Tratamiento 8 <i>Pueraria lobata</i> + 30 gramos de compost por semilla			
Prom.	14,5	4	58
Tratamiento 9 <i>Pueraria lobata</i> + 50 gramos de compost por semilla			
No aplica			

Fuente: Los autores, 2021.

6.2.3. Seguimiento de las parcelas:

En las tablas siguientes se encuentran registrado el crecimiento, encontrado a los 60 días del trasplante, un poco antes del análisis final del suelo, mediante estos datos se podrá comparar, como fue la



evolución de la Altura y los frutos a lo largo de la aplicación de la especie *Vigna unguiculata*, para la recuperación de los suelos.

Tabla 19. Registro de la evolución de las raíces de las leguminosas de los tratamientos (antes de tomar las muestras finales del suelo)

Tratamiento 1 Vigna unguiculata + 0 gramos de compost



Tratamiento 2 Vigna unguiculata + 30 gramos de compost por semilla



Tratamiento 3 Vigna unguiculata + 50 gramos de compost por semilla



Tratamiento 4 Phaseolus vulgaris L. + 0 gramos de compost



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**



Tratamiento 5 Phaseolus vulgaris L. + 30 gramos de compost por semilla



Tratamiento 6 Phaseolus vulgaris L. + 50 gramos de compost por semilla



Tratamiento 7 Pueraria lobata + 0 gramos de compost por semilla



Tratamiento 8 Pueraria lobata + 30 gramos de compost por semilla



Tratamiento 9 Pueraria lobata + 50 gramos de compost por semilla

No aplica

Fuente: Los autores, 2021

Tabla 20 Registro de la evolución de las leguminosas de los tratamientos (a los 60 días de trasplantarse)

Variables (cm)	Altura (a)	Presencia de fruto	Tamaño del fruto (cm) (prom.)	Presencia de flores	Ejemplares sembrados
<i>Tratamiento 1 Vigna unguiculata + 0 gramos de compost</i>					
Prom.	80,14	SI	8,28	SI	12
<i>Tratamiento 2 Vigna unguiculata + 30 gramos de compost por semilla</i>					
Prom.	83,25	NO	10,12	NO	10
<i>Tratamiento 3 Vigna unguiculata + 50 gramos de compost por semilla</i>					
Prom.	107,87	SI	10,72	NO	18
<i>Tratamiento 4 Phaseolus vulgaris L. + 0 gramos de compost</i>					
Prom.	130	NO	-	NO	5
<i>Tratamiento 5 Phaseolus vulgaris L. + 30 gramos de compost por semilla</i>					
Prom.	23	SI	5	NO	2



Tratamiento 6 <i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 50 gramos de compost por semilla					
Prom.	135	NO	-	SI	2
Tratamiento 7 <i>Pueraria lobata</i> + 0 gramos de compost por semilla					
Prom.	90	SI	-	SI	12
Tratamiento 8 <i>Pueraria lobata</i> + 30 gramos de compost por semilla					
Prom.	123,33	SI	-	NO	5
Tratamiento 9 <i>Pueraria lobata</i> + 50 gramos de compost por semilla					
No aplica					

Fuente: Los autores, 2021.

Tabla 21 Registro de la evolución de las raíces de las leguminosas de los tratamientos a los 60 días de trasplantados.

Variables (cm)	Ancho	Largo	Área
Tratamiento 1 <i>Vigna unguiculata</i> + 0 gramos de compost			
Prom.	20	5	100
Tratamiento 2 <i>Vigna unguiculata</i> + 30 gramos de compost por semilla			
Prom.	20	10	200
Tratamiento 3 <i>Vigna unguiculata</i> + 50 gramos de compost por semilla			
Prom.	22	15	330
Tratamiento 4 <i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 0 gramos de compost			
Prom.	20	5	100
Tratamiento 5 <i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 30 gramos de compost por semilla			
Prom.	15	5	75
Tratamiento 6 <i>Phaseolus vulgaris L.</i> + 50 gramos de compost por semilla			
Prom.	30	20	600
Tratamiento 7 <i>Pueraria lobata</i> + 0 gramos de compost por semilla			
Prom.	40	20	800
Tratamiento 8 <i>Pueraria lobata</i> + 30 gramos de compost por semilla			
Prom.	45	20	900
Tratamiento 9 <i>Pueraria lobata</i> + 50 gramos de compost por semilla			
No aplica			



Fuente: Los autores, 2021.

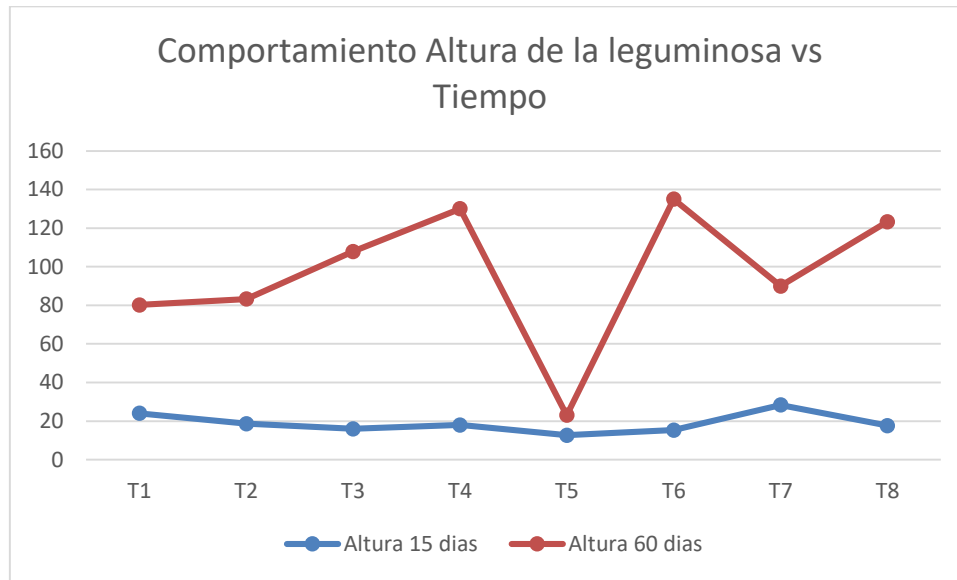


Grafico 3 Comportamiento de la altura de la leguminosa vs tiempo

Fuente: Los autores, 2021.

Teniendo en cuenta el registro mostrado en las tabulaciones anteriores, se pudo realizar gráficamente la comparación entre los diferentes atributos estudiados en esta investigación; se observa en el grafico 3 que la especie de la leguminosa en términos de los diferentes tratamiento tuvo un buen comportamiento de la Altura con el paso del tiempo; el T5 con el uso de la especie *Phaseolus vulgaris* L. + 30 gramos de compost por semilla, mostro que al termine de los dos meses su crecimiento fue poco y se destaca que el T1 y T2 estuvo por debajo de los promedios de Altura y el T6 *Phaseolus vulgaris* L. + 50 gramos de compost por semilla, se evidencio un comportamiento superior al de los otros tratamientos en crecimiento.

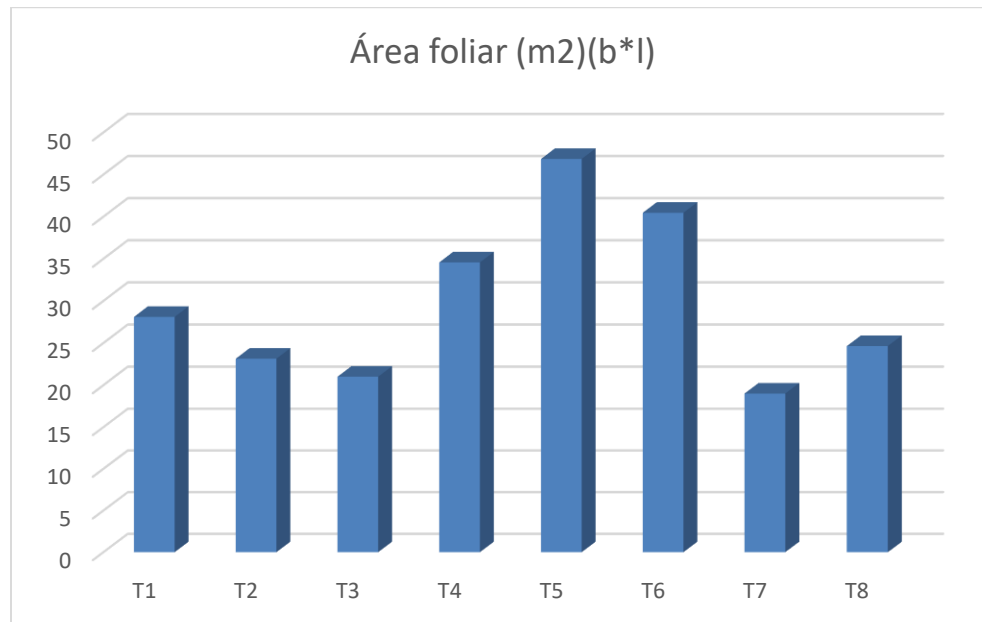


Grafico 4 Área Foliar por tratamiento

Fuente: Los autores, 2021.

En la gráfica anterior se observa los valores dados de la Área Foliar a los 15 días del trasplante, destaca al igual que en el anterior análisis, el T6 por el comportamiento mayor biomasa, medida a través del área foliar, se puede definir a este punto que si tuvo un efecto positivo el uso del compost en mayor cantidad, en el caso de esta especie, aun así se identifica que el T5 no tuvo un crecimiento en altura pero si el mayor de biomasa, por lo tanto esto se encuentra relacionado con las cantidades adecuadas de compost y requerimientos por especie.

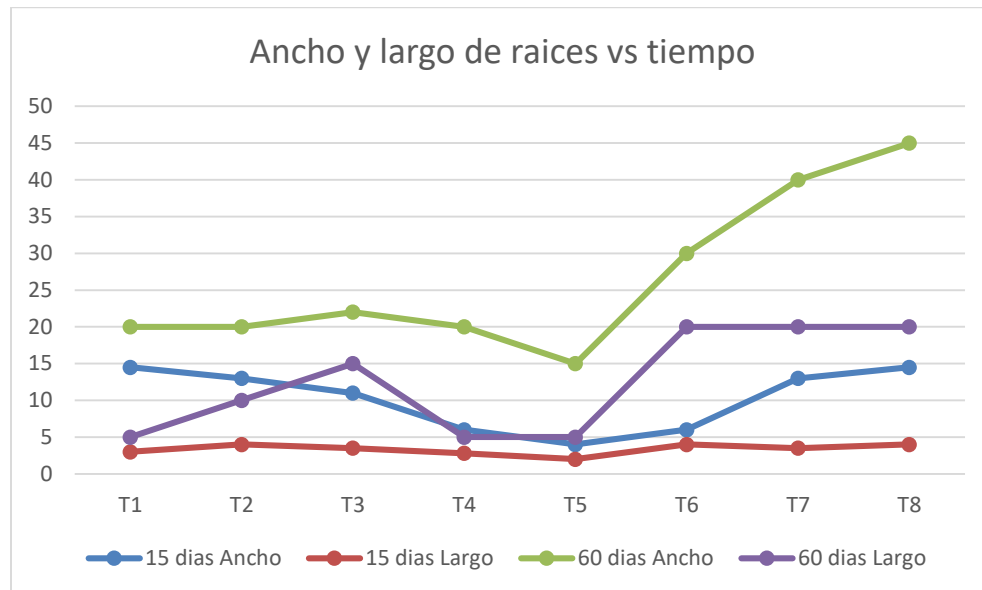


Grafico 5 Ancho y largo de raíces vs tiempo

Fuente: Los autores, 2021.

En el grafico 5 encontramos una comparación entre las características de las raíces, largo y ancho, para los 15 y 60 días correspondiente al seguimiento dado en la investigación, se evidencia al igual que con los otros análisis realizados anteriormente los T1, T2 y T3 presentaron unos niveles de crecimientos muy similares, destacando que el T1, no se utilizó ningún tipo de compost, a diferencia del T6 que se puede definir como la mezcla del compost más adecuada para la especie, por las diferentes condiciones evaluadas físicamente y a simple vista.

Se destaca que el T5 tuvo presencia de fruto pero no de flores, lo que sucedió opuestamente en el T6 que no tuvo fruto, pero si floración, estos tratamientos son indicadores que tuvieron las cantidades aproximadas a las ideales a esta especie, que presentaron algunos resultados que pudieron verse afectados por otro tipo de condiciones ambientales, pero que a lo largo de la investigación se evidencio



como el uso de la leguminosa y de la mezcla de compost , tuvo un impacto positivo en el crecimiento vegetativo.

6.3. Etapa 3: Evaluar la eficiencia de la interacción de las leguminosas en la rehabilitación del suelo degradado mediante medición de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, intercambio catiónico, pH y carbono orgánico.

6.3.1. Caracterización físico química del suelo luego de la siembra y crecimiento de las leguminosas.

En la última etapa de la investigación, para llegar a determinar la eficiencia de los tratamientos, se hizo necesario realizar una caracterización fisicoquímica final para evaluar las condiciones que tuvo finalmente el suelo, en la tabla 22 se muestran los valores de cada parámetro tanto iniciales como finales.

Tabla 22 Valores iniciales y finales de los parámetros fisicoquímicos evaluados

Características	Unidad	valor inicial	valor final
Textura			
Arena	g/100 g	63,96	62,35
Arcilla	g/100 g	13,82	11,37
Limo	g/100 g	22,22	26,28
Tipología		FRANCO	FRANCO
		ARENOSO	ARENOSO
Densidad real (Dr)	g/cc	2,48	1,46
Densidad aparente (Da)	g/cc	1,43	2,51
Porosidad	%	42,33	
Retención de humedad			
Punto 0,1 bares	%p/v	29,43	27,4
Punto 0,3 bares	%p/v	25,37	24,26
Punto 1 bares	%p/v	24,47	23,02
Punto 3 bares	%p/v	23,7	22,16



Punto 15 bares	%p/v	23,14	21,3
PH	-	6.28	6,41
Capacidad Interc Catiónico	cmol(+)/kg	10.06	8,19
Efect (CICE)			
Carbono Orgánico (CO)	g/100 g	1.35	1,4
Nitrógeno total (NT)	g/100 g	0.41	0,21
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	17.55	24,43
Azufre (S) disponible	mg/kg	2.62	6,8
Materia Orgánica (MO)	g/100 g	2.33	2,41
Conductividad eléctrica (CE)	dS/m	0.28	0,54
(1:5)			

Fuente: Los autores, 2021.

6.3.2. Análisis de la interacción de las leguminosas antes y después de la implementación de los tratamientos:

Una vez se obtuvieron los resultados del estado del suelo inicial y final (tabla 22) se realizó su respectivo análisis para evidenciar la eficiencia de cada tratamiento aplicado.

➤ *Textura, Densidad aparente y real*

Al observar los valores dados del suelo final se observa que la cantidad de partículas, presento valores muy similares a los iniciales, es decir no se presentaron muchos cambios en las características de la textura del suelo, quedando de tal manera del tipo Franco Arenoso.



Grafico 6 Representación gráfica textura del suelo final

Fuente: Los autores, 2021.

En el grafico 6 se observa la proporción por cantidades, de las diferentes partículas del suelo, esto es de suma importancia a la hora de evaluar la eficiencia de la alternativa de recuperación ya que, una adecuada estructura del suelo, es un requisito indispensable para que los diferentes procesos químicos y biológicos dentro del suelo, sean óptimos.

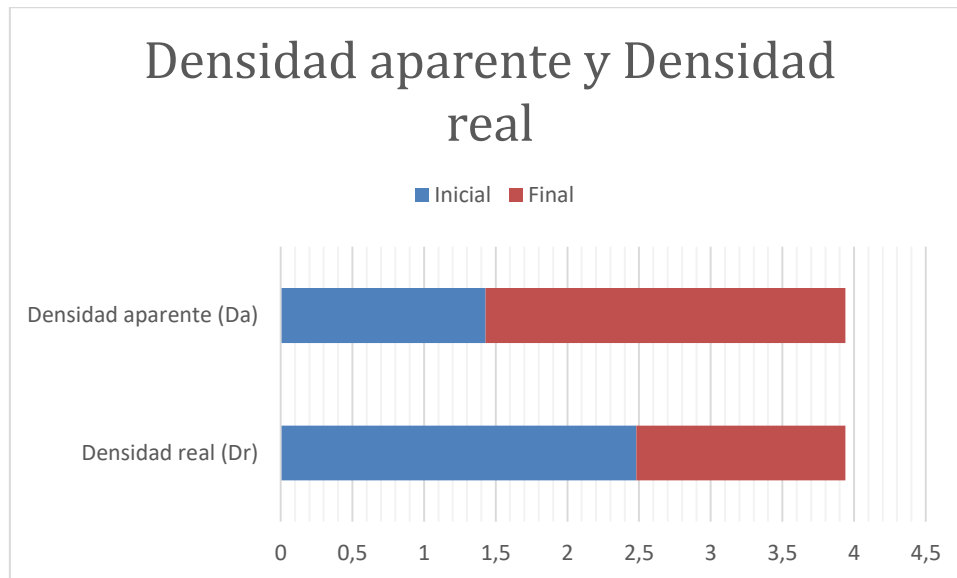


Grafico 7 Densidad aparente y Densidad Real

Fuente: Los autores, 2021.

En la gráfica anterior se aprecia la relación inicial entre D_a y D_r , inicialmente al presentar valores superiores de la Densidad aparente con respecto a la real, el suelo tienen a presentar mayores niveles de compactación de las partículas y por lo tanto la porosidad es inadecuada, en el crecimiento de especies; posteriormente al tratamiento se observa que el comportamiento cambio, la D_r disminuyo sus valores y la D_a aumento, esto significa que el suelo no es tan compacto y se permite el paso mucho más fácil del agua dentro del suelo, claramente en este parámetro se observó una mejoría que representa mejores condiciones físicas en la estructura del suelo, demostrando el impacto que tiene el uso de las leguminosas.

➤ **pH**

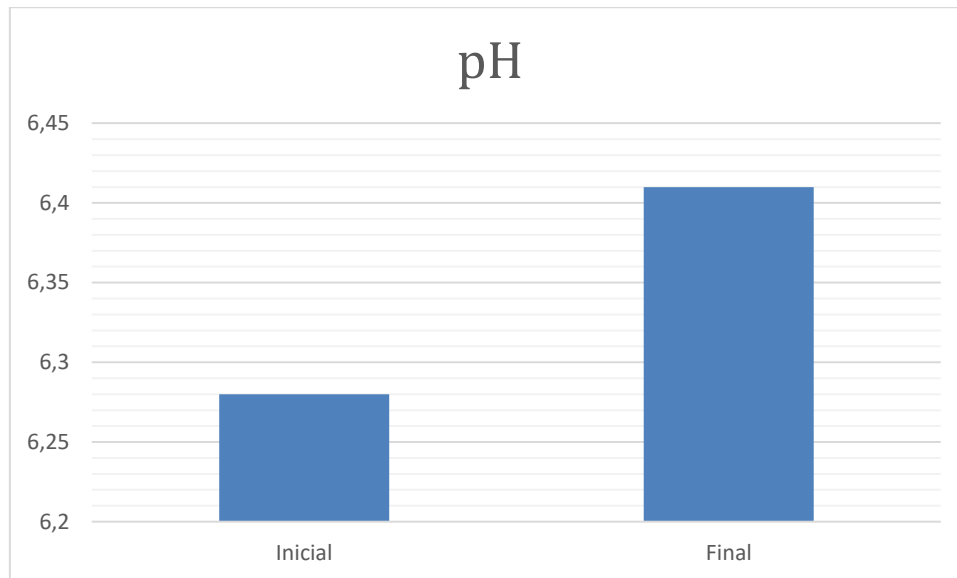


Grafico 8 pH Inicial vs Final

Fuente: Los autores, 2021.

En la gráfica anterior, se evidencia la diferencia entre los valores de la caracterización inicial y final, siendo de 6,28 a 6,41; se puede inferir que los valores finales, se encuentran más cercanos a valores ideales de pH, en suelos que tienen alta fertilidad, se caracterizan por pH del tipo neutro; a pesar de que no presenta el valor de 7,0; el suelo no presenta la suficiente acidez, como para clasificarlo como un suelo ácido, la alternativa de tratamiento muestra que tuvo efectos en la presencia de iones de hidrógeno y se encuentra en un rango que permite la disponibilidad de nutrientes y microorganismos en el suelo, para un adecuado proceso productivo del suelo.

Los valores adecuados de pH en el suelo son muy variables debido a que existen cultivos o especies que, para su desarrollo, necesitan de valores con mayor acidez; por lo tanto, al hablar de un suelo que permita una buena retención de nutrientes y minerales, se puede deducir que presenta las condiciones adecuadas, esto cambiara de acuerdo al uso del suelo.

➤ **Carbono orgánico y Materia Orgánica**



La MO es la propiedad que nos ayuda a conocer las fuentes de nutrientes en el suelo y el CO se conoce como la fuente principal de MO, por lo tanto, se pueden evaluar en conjunto, en la gráfica siguiente se observan los valores iniciales, el CO presentó valores iniciales de 1,35 y finales de 1,4; claramente la diferencia es poco, frente a este indicador la alternativa de mejoramiento tuvo pocos efectos positivos en esta propiedad; de igual forma la MO tuvo también pocos cambios de 2,33 a 2,41.

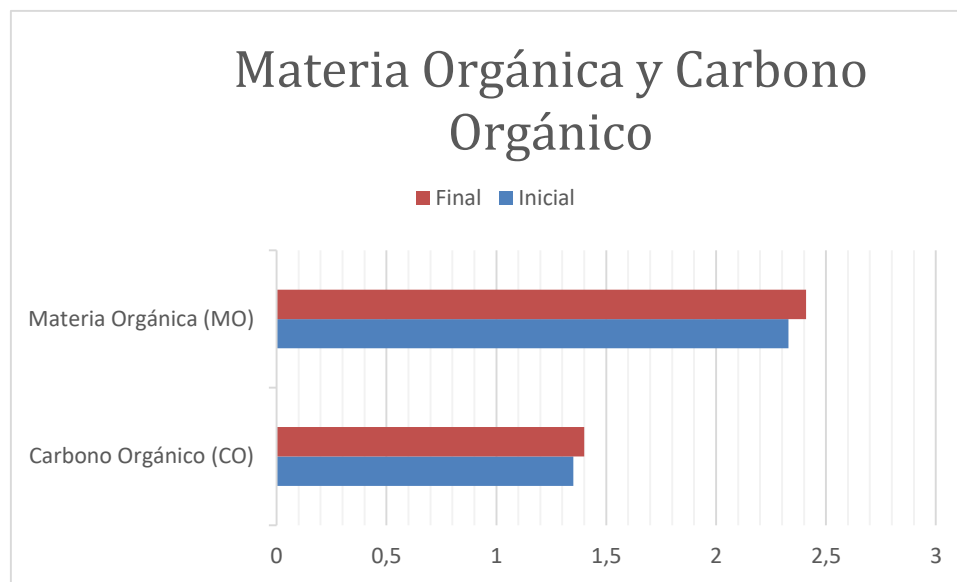


Gráfico 9 Materia Orgánica y Carbono Orgánico inicial vs final

Fuente: Los autores, 2021.

Claramente se observa la estrecha relación de estos dos factores, que mostró la poca variabilidad en el suelo; estos valores se encuentran entre la categoría media frente a la presencia de macro y micronutrientes y por lo tanto la fijación o retención de estos, es proporcional; entre más alto sea estos valores, de igual manera mejoran la presencia de restos orgánicos; la alternativa utilizada en este tipo de propiedades no fue la más eficaz, ya que no presentó mejoría considerable en esta característica.



➤ **Nitrógeno Total**

Este es uno de los parámetros de mayor importancia a la hora de evaluar la eficiencia de este tipo de alternativas utilizadas; teniendo en cuenta que la especie de leguminosas presenta la característica de ser fijadora de nitrógeno; pero si observamos los valores obtenidos, se ve que inicialmente presento un porcentaje de 0,41 y un final posterior a la aplicación de las especies fue de 0,21.

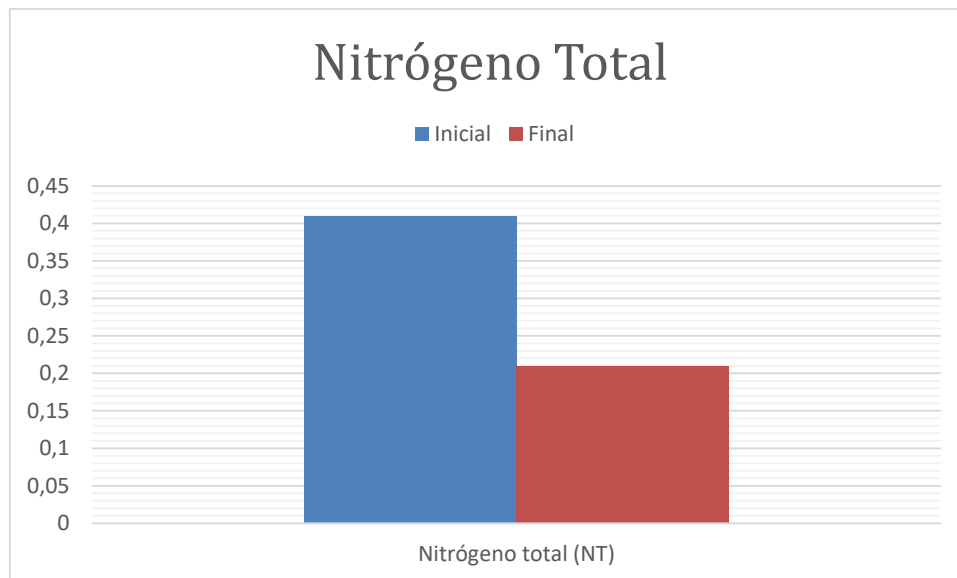


Grafico 10 Nitrógeno total Inicial vs final

Fuente: Los autores, 2021.

El nitrógeno en las plantas es indispensable para la fertilización, teniendo en cuenta los valores observados, la aplicación de la leguminosa muestra que pudo haber existido errores de factores externos, que no permitieran la adecuada fijación de estos nutrientes; pueden ser como clima, condiciones ambientales o los procedimientos utilizados al momento del trasplante, que afectaran la capacidad de este tipo de especies.



➤ **Fósforo**

Inicialmente los contenidos de Fosforo en el muestreo del suelo fueron favorables tal como se evidencia en la siguiente grafica; la presencia adecuada de fosforo, es uno de los elementos fundamentales en el crecimiento de las estructuras de las plantas como raíces, tallo y floración; por lo tanto presentó un contenido alto inicialmente y finalmente aumento significativamente los valores, lo que se demostró en el crecimiento de las especies; por lo tanto se puede deducir que este tipo de alternativas con uso de leguminosa y de acuerdo a la estructura del suelo favorece a la fijación del fosforo y permite incentivar el crecimiento de las plantas.

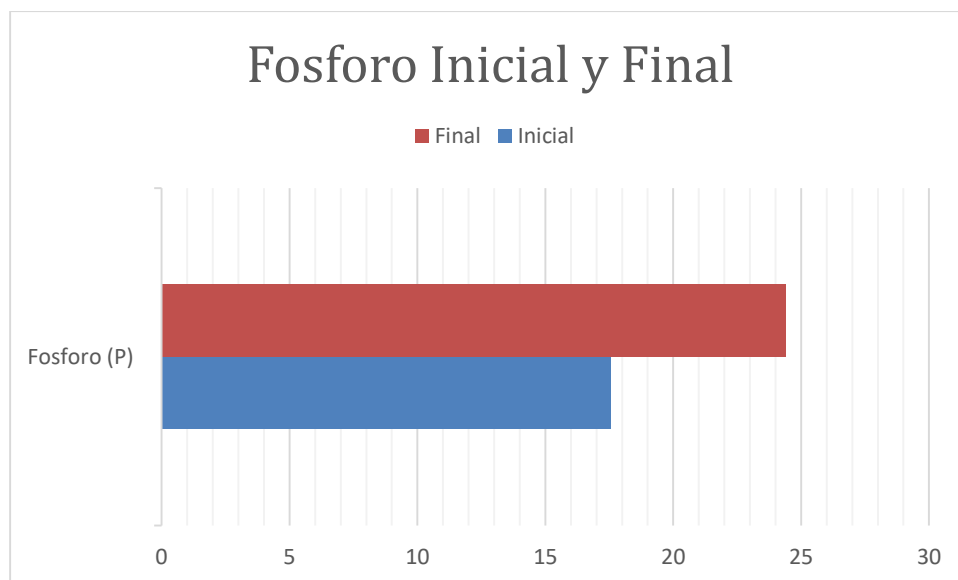


Grafico 11 Fosforo Inicial vs Final

Fuente: Los autores, 2021.

➤ **Azufre**



El azufre es definido como uno de los macronutrientes con más requerimiento por parte de las plantas para su crecimiento y las diferentes reacciones que se dan en el suelo; debido a esto es altamente estudiado a la hora de conocer las condiciones o calidad del suelo, usado para cultivos.

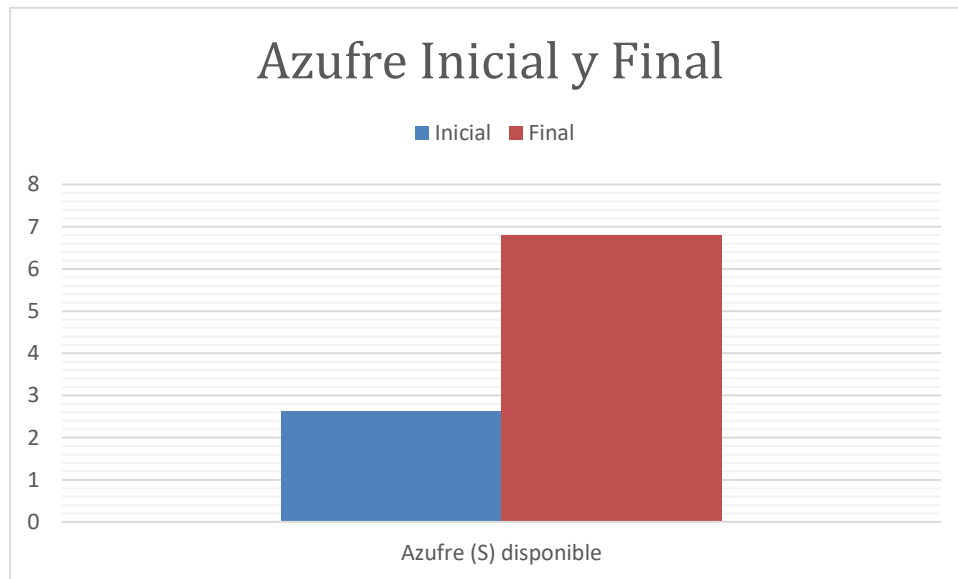


Grafico 12 Azufre Inicial vs Final

Fuente: Los autores, 2021.

En la gráfica anterior se observa cómo se tuvo un aumento considerable de la presencia de Azufre, antes y después del proceso de restauración, pasando de valores de 2,62 a 6,8; por lo general cuando existe deficiencia de este nutriente el crecimiento de las especies es mucho más lento y tienden a tomar las hojas un color amarillo; teniendo en cuenta esto se le puede atribuir que la alta presencia de este nutriente favoreció al comportamiento que tuvo la planta de leguminosa en toda la investigación y que finalmente fue un parámetro con altas mejorías.



➤ **Conductividad eléctrica y Capacidad de intercambio iónico**

Los valores de conductividad eléctrica en el suelo, son importantes porque garantizan en suelos cultivables altos niveles de producción, por lo tanto, se debe evaluar; si se observa en la gráfica siguiente presentó valores iniciales de 0,28 y finalmente posterior al uso del tratamiento valores de 0,54; de acuerdo a los valores ideal, la CE presenta un nivel bajo.

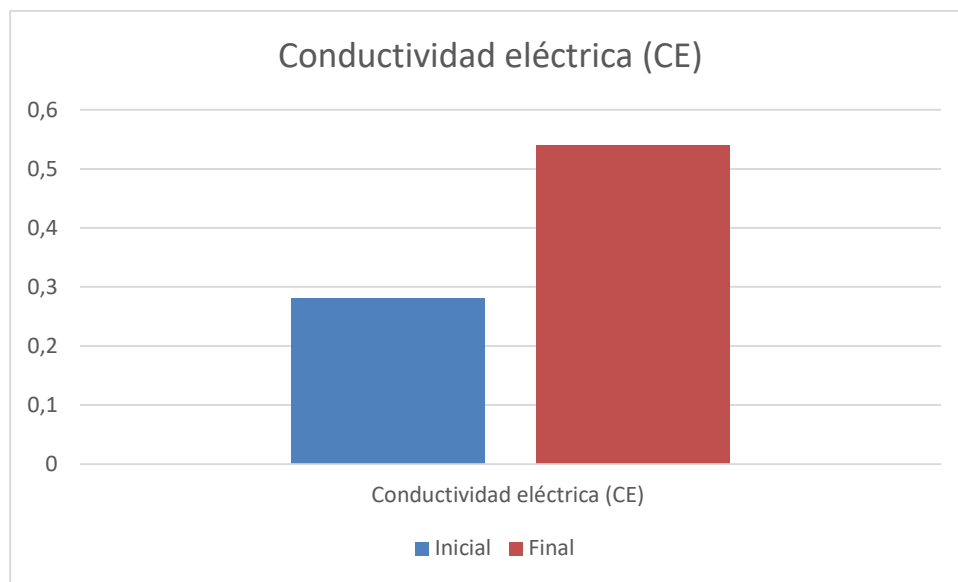


Grafico 13 Conductividad eléctrica (CE)

Fuente: Los autores, 2021.

Puede verse influenciado que este tipo de suelo tiene una ligera acidez, siendo un parámetro que presentan relación entre ellos; la CE baja la capacidad de absorción de las raíces de los nutrientes es mucho más lento; puede ser el factor que influya en la disminución de la fijación de Nitrógeno que tuvo, la especie; por lo tanto, la alternativa utilizada a pesar de que generó efectos positivos, existieron otros parámetros en los que no se observaron cambios significativos.



7. CONCLUSIONES

En la investigación de la Rehabilitación de suelos degradados por malas prácticas agropecuarias mediante la utilización de leguminosas (*Vigna unguiculata*) como fijadoras de nitrógeno en la Finca Villa Melissa en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar, se desarrolló inicialmente un diagnóstico de las condiciones iniciales del suelo en el área de estudio, donde a pesar de contar con una textura Franco Arenoso, el suelo presentaba otros parámetros, que no presentaban valores ideales como la Materia Orgánica, que claramente afectaba la productividad del mismo un pH que mostraba un suelo ligeramente ácido, los porcentajes de Da y Dr, promovían la compactación del suelo y el bajo transporte de nutrientes.

Por todo lo dicho anteriormente, se determinó que se presentaba un suelo con baja fertilidad y una estructura física muy compacta, por lo tanto, los procesos o medidas de recuperación, eran necesarios, ya que esta zona es caracterizada, por sus grandes extensiones de terrenos cultivables; la aplicación de las leguminosas, dado por 9 tratamientos; mostro que la especie de acuerdo a la cantidad de compost requerido, de igual manera será su comportamiento físico.

El T1 no presentaba el uso de compost y el crecimiento de la biomasa y raíces fue menor en comparación del resto de tratamientos, de igual manera los tratamientos como el T2 y T3, mostraron de igual manera un crecimiento convencional, a comparación de los T5 con la presencia de *Phaseolus vulgaris L.* + 30 gramos de compost por semilla y el T6 *Phaseolus vulgaris L.* + 50 gramos de compost por semilla, mostraron mejores valores a la hora de la medición de los atributos, el uso de otra especie la *Pueraria lobata* para el T7 y T8, no mostraron resultados tan favorables; donde el T9 en el proceso inicial de trasplante no mostro germinación ni el crecimiento a lo largo de la investigación.

De tal manera que se puede definir que los T5 y T6 con la aplicación del compost mostraron un buen comportamiento y se podría definir que se tuvo cantidades apropiadas de compost, aunque claramente es indispensable realizar investigaciones mucho más a fondo ya que en este caso en particular, solo



tuvo un tratamiento frutos y un tratamiento floreció, por lo tanto, para conocer las condiciones que afectan este tipo de especies, se debe enfocar y desarrollar otro tipo de investigaciones.

En el análisis final de los parámetros físicos- químicos del suelo se obtuvo que la textura no tuvo grandes cambios, en los parámetros de Da y Dr si se observó que los valores de esta relación, se mantuvieron en los ideales, lo que ayuda claramente en la absorción y el paso del agua de las especies, frente a otros valores como la Materia orgánica los cambios fueron muy bajos y poco significativos al igual que en parámetros como la Conductividad Eléctrica, que se siguió manteniendo baja.

Se destacó que valores como el Azufre si presentaron mejorías, siendo indispensable para la estructura y color de las plantas; finalmente la aplicación de la leguminosas en el suelo de estudio, presento efectos positivos en las condiciones del mismo y mostrando mejorías en características determinantes de la calidad del suelo; aun así, se puede deducir que condiciones ambientales externas al proceso, podrían llegar a generar cambios en los resultados; pero esta es una alternativa de alta viabilidad ambiental y económica, que debe seguir siendo evaluada para determinar bajo qué características será totalmente ideal usarla como una medida restauradora de suelos.

Otra de las conclusiones más importantes es que a pesar de que no se vio reflejado el incremento de los valores del Nitrógeno total en los resultados del laboratorio, se puede deducir que, si hubo aportes significativos en cuánto a la fijación de Nitrógeno, esto es comprobable por la presencia de nódulos en las raíces de todas las plantas en mayor medida en los tratamientos T1, T2, T3, T7 y T8. Si existió fijación de Nitrógeno aunque no se haya visto reflejado en los resultados del laboratorio.



8. RECOMENDACIONES

- Es necesario las entidades territoriales con jurisdicción en el municipio de Agustín Codazzi y el departamento del Cesar, generen estrategias de capacitación y concientización del uso adecuado del suelo.
- Se debe realizar otras investigaciones que puedan evaluar el comportamiento de la especie *Pueraria lobata*
- No se encuentra información en el departamento del uso de especie de leguminosas para el tratamiento de recuperación de suelos.
- Es necesario estudiar la viabilidad de estrategias de recuperación del suelo para comunidades que no puedan acceder a grandes recursos.



BIBLIOGRAFÍA

ABC: La degradación del suelo. [en línea]. 2006. [Consultado: 7 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.abc.com.py/articulos/la-degradacion-del-suelo-910774.html>

Alcaldía Municipal Agustín Codazzi Cesar: Plan de desarrollo municipal “Codazzi con futuro” 2016 – 2019. [en línea]. 2016-2019. [Consultado: 8 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.agustincodazzi-cesar.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-municipal-codazzi-con-futuro-20162019>

BARRERA Santos. Mecanismos morfofisiológicos asociados con la tolerancia a altas temperaturas en frijol común, *Phaseolus vulgaris* L. [en línea]. 2016. [Consultado: 28 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/55958/1/112760222017.pdf>

CASTELLANO HINOJOSA, Antonio; CONTRERAS MEDRANO, Valentín y BEDMAR, Eulogio. Utilización de plantas leguminosas en restauración medioambiental de taludes y suelos degradados. [en línea]. 2016. [Consultado: 7 de febrero de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/311675960_Utilizacion_de_plantas_leguminosas_en_restauracion_medioambiental_de_taludes_y_suelos_degradados

Chipana, Virginia, & Clavijo, Claudia, & Medina, Paul, & Castillo, Daladier (2017). INOCULACIÓN DE VAINITA (*Phaseolus vulgaris* L.) CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE *Rhizobium etli* Y SU INFLUENCIA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO. *Ecología Aplicada*, 16(2),91-98. [fecha de Consulta 28 de agosto de 2020]. ISSN: 1726-2216. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=341/34153892003>

CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical, Proyecto de Forrajes Tropicales & Proyecto de Uso de Tierra: Caupí (*Vigna unguiculata*), una leguminosa multipropósito. [en línea]. 2005. [Consultado: 7 de febrero de 2019]. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/forrajes_tropicales/pdf/Brochures/008%20Vigna%20Unguiculata%202005.pdf



Contexto ganadero: Los variados usos del kudzú tropical en predios ganaderos. [en línea]. 2016. [Consultado el 28 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/los-variados-usos-del-kudzu-tropical-en-predios-ganaderos>

CONTRERAS, Valentín., FERNÁNDEZ, Raquel. y CASTELLANO, Antonio. Guía del método para la instalación y mantenimiento de los filtros vegetales. Granada-España: Diputación Provincial de Granada. Servicio de Medio Ambiente. 2015. 88.

Corpoica: Leguminosas forrajeras adaptadas a condiciones de trópico seco, alternativa de Corpoica para mitigar sequía de región Caribe. Corpoica – Agrosavia. [en línea]. 2014. [Consultado: 7 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/noticias/generales/leguminosas-forrajeras/>

CORREA, Sandra., ESTÉVEZ, Martha y KOPYTKO, Maria. Biodegradación estimulada de los suelos contaminados con pesticidas organoclorados. [en línea]. 2017. [Consultado: 25 de febrero de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/327006629_Biodegradacion_estimulada_de_los_suelos_contaminados_con_pesticidas_organoclorados

CRESPO, Gustavo. Recuperación de la fertilidad del suelo en áreas ganaderas degradadas. En: Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Vol. 43, N° 4 (2009) 355-360.

DEBOLD, Van Dalen y MEYER, William. La investigación experimental: Síntesis de "Estrategia de la investigación experimental". [en línea]. 2006. [Consultado: 10 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://noemagico.blogia.com/2006/092201-la-investigacion-experimental.php>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). República de Colombia. Anuario Estadístico del Sector Agropecuario-Min Agricultura. [en línea]. 2010. [Consultado: 12 de junio de 2021]. Disponible en: <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/ddrs/Indicadores/Tabla%201.pdf>, Agosto 2011.



DÍAZ, Luis y PÉREZ, José. Caracterización de los suelos en los municipios de La Jagua de Ibirico y Becerril centro del departamento del Cesar. [en línea]. 2018. [Consultado: 12 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.metarevistas.org/Record/oai:ojs.revista.areandina.edu.co:articulojs-1241>

Díaz, A. Y. Evaluación De Sistemas Agroforestales Mediante la Implementación De Sistemas de Información Geográfica. Monografía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Repositorio Institucional UNAD. [en línea]. 2016. [Consultado: 12 de junio de 2021]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13543>.

EL PILÓN: Los municipios del Cesar ante la desertificación. [en línea]. 2010. [Consultado: 7 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://elpilon.com.co/los-municipios-del-cesar-ante-la-desertificacion/>

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: La contaminación de los suelos está contaminando nuestro futuro. [en línea]. s.f. [Consultado: 7 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1126977/>

FIGUEROA, Raúl. Estrategias de recuperación de suelos degradados. [en línea]. 2004. [Consultado: 10 de febrero de 2019]. Disponible en: www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh175/36_39.pdf

Fondo para la Protección del Agua: Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. [en línea]. 2010. [Consultado: 8 de febrero de 2019]. Disponible en: www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf

GLOBE: Suelo. [en línea]. 2005. [Consultado: 8 de febrero de 2019]. Disponible en: www.globeargentina.org/guia_del_maestro_web/suelos/introduccion.pdf

Grupo Sacsa: Importancia del fósforo por las plantas. [en línea]. 2016. [Consultado: 8 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.gruposacsa.com.mx/importancia-del-fosforo-por-las-plantas/>

Grupo Sacsa: Los cinco componentes del suelo. [en línea]. 2015. [Consultado: 8 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.gruposacsa.com.mx/los-cinco-componentes-del-suelo/>



HERNÁNDEZ, Ana. y PASTOR, Jesús. La restauración en sistemas con suelos degradados: estudio de casos en agroecosistemas mediterráneos y taludes de carretera. [en línea]. 2008. [Consultado: 10 de febrero de 2019]. Disponible en: https://digital.csic.es/bitstream/10261/49217/1/Ciemat_2-08.pdf

HERNÁNDEZ, Esperanza. Evaluación de los sistemas agroforestales con leguminosas nativas en la restauración del suelo en la montaña de Guereo, México. [en línea]. 2013. [Consultado: 12 de febrero de 2019] Disponible en: 132.248.9.195/ptd2013/diciembre/0706605/0706605.pdf

IDEAM: Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia. [en línea]. 2004. [Consultado: 8 de febrero de 2019]. Disponible en: www.ideam.gov.co

Infoagro. Diccionario agrícola. [en línea]. S.f. [Consultado: 28 de agosto de 2020]. Disponible en: https://www.infoagro.com/diccionario_agricola/traducir.asp?i=1&id=57&idt=3

INTA, CIA, ETH: *Canavalia brasiliensis*: Forraje que restituye la salud del suelo y mejora la nutrición del ganado. 2011. Mart. Es Benth CIAT 17009

JIMENEZ, C. A. Valoración técnica, ambiental y social del programa de uso eficiente y ahorro del agua (PUEEA) en el municipio de Agustín Codazzi-cesar. [Proyecto_Aplicado_o_Tesis, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. [en línea]. 2015. [Consultado: 14 de junio de 2021]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/17959>.

LUKIWATI, Dwi. Dry matter production and digestibility improvement of *Centrosema pubescens* Dry matter production and digestibility improvement of *Centrosema pubescens* and *Pueraria phaseoloides* with rock phosphate fertilization and VAM inoculation. En: *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. Vol. 9, N° 1 (2007)

MADS, IDEAM, U.D.C.A.: Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia. 2015. Publicación aprobada por el IDEAM. Bogotá D.C., Colombia.

Maesen & S. Almeida CONABIO. Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México *Pueraria montana* var. *lobata* (Willd.) [en línea]. 2015. [Consultado: 28 de agosto de 2020]



2020]. Disponible en:
http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/MenuPrincipal/07Fichas%20tecnicas_OK/02Fichas%20tecnicas/Fichas%20t%C3%A9cnicas%20CONABIO_especies%20ex%C3%B3ticas/Fichas%20plantas%20invasoras/M_P/Pueraria%20montana%20lobata.pdf

Ministerio de Minas y Energía. Agencia Nacional de Minería. [en línea]. 2003. [Consultado: 8 de febrero de 2019]. Disponible y Obtenido de glosario técnico minero: <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>

MONGIL, Jorge, y MARTÍNEZ, Andres. Restauración de los suelos y de la vegetación en la lucha contra la desertificación. En: Cuadernos De La Sociedad Española De Ciencias Forestales. Vol. 0, N° 25 (jun, 2008); P. 309-313

MONTERO, Tahelys. Diagnósticos de suelos. [en línea]. 2016. [Consultado: 13 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/tahemma/trabajo-individual-3-tahelysmontero>

MURILLO, et al. Efecto de la aplicación de prácticas sostenibles en las características físicas, químicas y microbiológicas de suelos degradados. En: Pastos y Forrajes. Vol. 37, N° 3 (sept, 2014); p. 270-278.

NIEVES, Alonso., ALEGRE, Jesús., y BIENES, Ramón. Utilización de leguminosas arbustivas silvestres en la recuperación: el problema de la degradación de los suelos. [en línea]. 2001. [Consultado: 10 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/235910333>

Pachon, A. (s.f.). *Plan básico de ordenamiento territorial municipio de Agustín Codazzi*.

PÉREZ, Guianeya., GÓMEZ, Gretel., NÁPOLES, María., y MORALES, Basilisa. Aislamiento y caracterización de cepas de rizobios aisladas de diferentes leguminosas en la región de Cascajal, Villa Clara. En: Pastos y Forrajes. Vol. 31. N° 2, (2008). P. 151-159.

PERTICARI, A. Inoculación de calidad para un máximo aprovechamiento de la FBN. Congreso Mundo Soja. Buenos Aires. (2005). P. 121-126.



PERTICARI, A., ARIAS, N., BAIGORRI, H., DE BATTISTA, J., MONTECCHIA, M., PACHECO J., SIMONELLA, A., TORESANI, S., VENTIMIGLIA, L., VICENTE, R. Inoculación y fijación biológica de nitrógeno en el cultivo de soja. En: El libro de la soja. Buenos Aires. Servicios y Marketing Agropecuario, (2003). P.69-76.

PGS: Análisis técnico para suelos con presencia de metales pesados. Informe para el Ministerio del Medio Ambiente. 2016. Licitación ID: 608897-97-LE15.

PNUD, MINTRABAJO: Perfil Productivo del Municipio de Agustín Codazzi- Cesar. [en línea]. s.f. [Consultado: 8 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://ccvalledupar.org.co/descarga/perfil-productivo-del-municipio-de-agustin-codazzi-cesar/>

Portal de Suelos de la FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Propiedades Físicas. [en línea]. s.f. [Consultado: 8 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>

PRADO, Manuel., LÓPEZ, Mary. y BAISSIERE. Recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante el uso de leguminosas inoculadas. [En línea]. 1993. [Consultado: 13 de noviembre de 2019] Disponible en: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/>

RAVINDAR, K., CHANDRA, R. Influence of PGPR and PSB on Rhizobium Leguminosarum Bv. Viciae strain competition and symbiotic performance in Lentil. World Journal of Agricultural Sciences 4 (2008). (3): 297-301, 2008.

REYNOSO, Verónica. Leguminosas, Regeneración para el Suelo. Vía Orgánica. [en línea]. 2016. [Consultado: 20 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://viaorganica.org/15451-2/>

ROMÁN, Pilar., MARTÍNEZ, María y PANTOJA, Alberto. Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina. [en línea]. 2013. [Consultado: 21 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>



ROMERO, Carlos. Estado degradación/recuperación de suelos Agrícolas en el departamento Tercero arriba (córdoba). [en línea]. 2014. [Consultado: 20 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1747>

SALDANO, Daniel y CLAURE, Tito. Alternativas de agricultura de conservación de suelos a través de la incorporación de leguminosas. En: Info INIAF. Vol. 1, N° 7 (2016); p. 2308-250X.

SÁNCHEZ, Carlos. “Abonos verdes, alternativa para mejorar la capacidad productiva de los suelos arroceros de la Mojana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)”. [En línea]. 1998. [Consultado: 9 de febrero de 2019]. Disponible en: (<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=bac.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=024495>)

SANCLEMENTE, Oscar. “Contribución de *Vigna unguiculata* L. a la sustentabilidad de sistemas de cultivo de caña de azúcar”. [En línea]. 2015. [Consultado: 3 de marzo de 2019]. Disponible en: (<https://doi.org/10.22490/21456453.1404>)

SARDUY, Yanetsys. El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. En: Revista Cubana de Salud Pública. Vol. 33, N° 3 (jul.-sep., 2007).

Siac – Sistema de información ambiental de Colombia: Degradación de suelos. [en línea]. s.f. [Consultado: 9 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.siac.gov.co/erosion>

SMART Fertilizer Management: El Azufre en Plantas y Suelo. [En línea]. [Consultado: 15 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/sulfur>

Soil Survey Staff: Claves para la Taxonomía de Suelos. [en línea]. 2014. [Consultado: 9 de febrero de 2019]. Disponible en: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf

Sprent JI: Evolving ideas of legume evolution and diversity: a taxonomic perspective on the occurrence of nodulation. 2007. New. Phytol. 174: 11-25.



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

USDA: Claves para la taxonomía de suelos. 10a ed. Washington D.C.: Soil Survey Staff. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. 2016.

YUNI, José y URBANO, Claudio. Técnicas para Investigar: Recursos Metodológicos para la Preparación de Proyectos de Investigación. 2da Ed. Argentina: Brujas, 2014.



ANEXOS

Anexo 1. Resultados análisis fisicoquímicos iniciales

INFORME N° 70 FS20 (15896) Laura Portillo 2020-09-28

	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA	CODIGO: GA-F-73		
		VERSIÓN: 3		
REPORTES DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA		FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30		
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS				
1. Información del cliente		# DE SOLICITUD	CODIGO DE LABORATORIO	
Nombre y Apellido: LAURA LUCIA PORTILLO CENTENO		70	FS20-15896	
Calle/a o NIT: 106584744				
Dirección: CALLE 5 #47-37 LA NEVADA				
Dpto: CESAR				
Municipio: VALLERUPAR				
Tel. No./Celular: 3005100745 - 3022272023				
Tipo de análisis: TEXTURAS POR BOMBUZCOS, CURVA DE RETENCIÓN DE HUMEDAD (5 PUNTOS) 0,1 BARES, 0,3 BARES, 1,0 BAR, 3,0 BARES Y 15 BARES, DENSIDAD APARENTE.				
2. Información de la muestra				
Identificación: ANÁLISIS FÍSICO				
Matriz: SUELO				
Vocedo: NO INDICA				
Físico: VILLA MELISA				
Cultivo: NO INDICA				
Topografía: PLANO Y PENDIENTE				
Fecha de recepción: 2020-09-01		Yeni Rodríguez Giraldo. (66368)		
Fecha(s) de análisis: De: 2020-09-01 A: 2020-09-28		Coordinador Técnico de Laboratorio		
Fecha de reparto: 2020-09-28				
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACIÓN
Retención de Humedad	% _v	Camaras de succión		
Punto 0,1 bares	% _v	Camaras de succión	29.43	
Punto 0,3 bares	% _v	Camaras de succión	25.37	
Punto 1 bares	% _v	Camaras de succión	24.47	
Punto 3 bares	% _v	Camaras de succión	23.70	
Punto 15 bares	% _v	Camaras de succión	23.14	
Densidad Aparente (D _a)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1.43	
OBSERVACIONES: Ninguna				
<p>Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia. Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA. La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente. Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio. El cliente es responsable de la muestra y traslado de muestra al laboratorio. Las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.</p>				
<p>CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIAS, NIT: 800194600-3 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA, MOSQUERA (CUNDINAMARCA) TELÉFONOS: 4227180 EXT.: 1414, 1369 E-MAIL: ypauez@agrosavia.co</p>				

FIN DEL INFORME



INFORME N° 71 FS20 (15897) Laura Portillo 2020-21-09

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA		CÓDIGO: GA-F-73	
			VERSIÓN: 3	
REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA		FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30		
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS				
1. Información del cliente			# DE SÓLCITUD	CODIGO DE LABORATORIO
Nombre y Apellido: LAURA LUCIA PORTILLO CENTENO			71	FS20-15897
Cédula o NIT: 1065849744				
Dirección: CALLES #47-37 LA NEVADA				
Dpto: CESAR				
Municipio: VALLEDUPAR				
Tel. fijo/Celular: 3006106745 - 3022272623				
Tipo de análisis: DENSIDAD REAL.				
2. Información de la muestra				
Identificación: ANÁLISIS FÍSICO				
Matriz: SUELO				
Vereda: NO INDICA				
Finca: VILLA MELISA				
Cultivo: NO INDICA				
Topografía: PLANO Y PENDIENTE				
Fecha de recepción: 2020-09-01			Yeni Rodríguez Giraldo. (E6968)	
Fecha(s) de análisis: De: 2020-09-01 A: 2020-09-17			Coordinador Técnico de Laboratorio	
Fecha de reporte: 2020-09-21				
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,48	
OBSERVACIONES: Ninguna				
<p><small>Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVA La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente. Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio. El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.</small></p> <p style="text-align: center;">CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA, MOSQUERA (CUINDINAMARCA) TELÉFONOS: 4227300 EXT.: 1414, 1369 E-MAIL: ypaerc@agrosavia.co</p>				

FIN DEL INFORME



INFORME No.QAS20-001215 LAURA LUCIA PORTILLO CENTENO 2020-10-06



Corporación colombiana de investigación agropecuaria



ISO/IEC 17025:2005
13-LAB-031

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

LABORATORIO DE QUIMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: LAURA LUCIA PORTILLO CENTENO
CÉDULA O NIT: 1065849744
DIRECCIÓN: CALLE 5 #47-37 LA NEVADA
DEPARTAMENTO: CESAR
MUNICIPIO: VALLEDUPAR
TEL, FIJO/CEL: 3006106745 / 3006106745
TIPO DE ANALISIS: FERTILIDAD COMPLETO SUELOS + TEXTURA BOUYOUCOS + NITROGENO TOTAL

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS20-001215	LQAS20-005384

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: ANÁLISIS QUÍMICO-FÍSICO
MATRIZ: Suelos
VEREDA: AGUSTÍN CODAZZI, CESAR
FINCA: VILLA MELISA
PRODUCTOR: LAURA LUCIA PORTILLO CENTENO
CULTIVO(S): No Indica variedad No Indica con 0 Día(s) de edad

ALTURA: 132m.s.n.m
PROFUNDIDAD: 25 a 30 cm
TIPO DE RIEGO: No Indica
TOPOGRAFIA: Plano y pendiente
DRENAJE: Regular drenaje

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Agrosavia con acreditación ONAC vigente a la fecha, con código de acreditación 13-LAB-031, bajo la norma ISO/IEC 17025:2005

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH (VC_R_004 versión 03 de 2017-01-28), fósforo disponible Bray II (VC_R_007 versión 02 de 2017-09-22), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008), cationes cambiabiles en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (ID_R_072 versión 5 de 2017-09-28), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc (NTC 5526:2007)*.

FECHA DE RECEPCIÓN: 2020-09-01
FECHA DE ANÁLISIS: De 2020-09-06 a 2020-10-05
FECHA DE REPORTE: 2020/10/06

Yeni Rodríguez Giraldo (E6968)

Coordinador técnico del laboratorio de Química Analítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	63.96	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	13.82	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	22.22	
Clase textural		Método de Bouyoucos	F-A	
pH (1:2.5)	Unidades de pH	VC-R-004 Versión 03	6.28	Ligeramente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008	0.28	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkley & Black	2.33	Medio
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119	1.35	
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	VC-R-007 Versión 2	17.55	Bajo
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0.41	
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	2.62	Bajo
Capacidad Interc Catiónico Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	10.06	Media
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0.51	Alto
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No Indica

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

GA-F-97

Versión: 4



INFORME No.QAS20-001215 LAURA LUCIA PORTILLO CENTENO 2020-10-06



Corporación colombiana de investigación agropecuaria

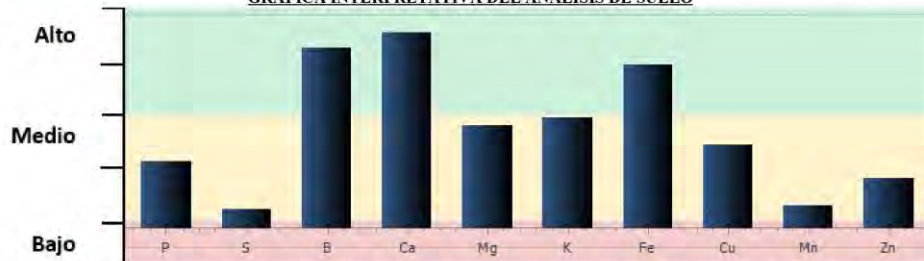


ISO/IEC 17025:2005
13-LAB-031

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

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	7.95	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	1.73	Medio
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	0.31	Medio
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	57.53	Alto
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.53	Medio
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.59	Bajo
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.04	Bajo
Saturación de Calcio	%	Cálculo	79	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	17	Medio
Saturación de Potasio	%	Cálculo	3	Medio
Saturación de Sodio	%	Cálculo	1	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal

GRAFICA INTERPRETATIVA DEL ANÁLISIS DE SUELO



NOTAS: 1) interpretación basada en: ICA,1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2) ND = No Determinado; 3) Se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio Intercambiable, Potasio intercambiable (K), Sodio intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe)Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.

Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.

El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia

Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.

Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA


Para peticiones, quejas y solicitudes de información, comuníquese al correo electrónico atencionalcliente@agrosavia.co o a la

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

GA-F-97
Versión: 4




Anexo 2. Resultados análisis fisicoquímicos finales

 Corporación colombiana de investigación agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA	CÓDIGO: GA-F-73				
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA	VERSIÓN: 3	FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30			
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS						
1. Información del cliente Nombre y Apellido: LIZETH HERRERA RUIZ Cédula o NIT: 1065844758 Dirección: CALLE 34A # 2B-26 LOS MAYALES Dpto: CESAR Municipio: VALLEDUPAR Tel. fijo/Celular: 3022272623 Tipo de análisis: CURVA DE RETENCIÓN DE HUMEDAD (5 PUNTOS) 0,1 BARES, 0,3 BARES, 1,0 BAR, 3,0 BARES Y 15 BARES. DENSIDAD APARENTE. DENSIDAD REAL.		<table border="1"> <tr> <td># DE SOLICITUD</td> <td>CÓDIGO DE LABORATORIO</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>FS21-15047</td> </tr> </table>	# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO	10	FS21-15047
# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO					
10	FS21-15047					
2. Información de la muestra Identificación: 1 Matriz: SUELO Vereda: NO APLICA Finca: VILLA MELISA Cultivo: NO INDICA Topografía: PLANO Y PENDIENTE		Yeni Rodríguez Giraldo. (E6968)				
Fecha de recepción: 2021-02-19 Fecha(s) de análisis: De: 2021-02-19 A: 2021-03-29 Fecha de reporte: 2021-03-29		Coordinador Técnico de Laboratorio				
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION		
Retención de Humedad	%p/v	Camaras de succión				
Punto 0,1 bares	%p/v	Camaras de succión	27,40			
Punto 0,3 bares	%p/v	Camaras de succión	24,26			
Punto 1 bares	%p/v	Camaras de succión	23,02			
Punto 3 bares	%p/v	Camaras de succión	22,16			
Punto 15 bares	%p/v	Camaras de succión	21,30			
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,46			
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,51			
OBSERVACIONES: Ninguna						




Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia
Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.
Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.
Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.
El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA
KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA, MOSQUERA (CUNDINAMARCA)
TELÉFONOS: 4227300 EXT.: 1414, 1369
E-MAIL: ypaezc@agrosavia.co

 Corporación colombiana de investigación agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA		CÓDIGO: GA-F-73	
			VERSIÓN: 3	
REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA		FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30		
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS				
1. Información del cliente		# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO	
Nombre y Apellido: LIZETH HERRERA RUIZ		10	FS21-15048	
Cédula o NIT: 1065844758				
Dirección: CALLE 34A # 2B-26 LOS MAYALES				
Dpto: CESAR				
Municipio: VALLEDUPAR				
Tel. fijo/Celular: 3022272623				
Tipo de análisis: CURVA DE RETENCIÓN DE HUMEDAD (5 PUNTOS) 0,1 BARES, 0,3 BARES, 1,0 BAR, 3,0 BARES Y 15 BARES. DENSIDAD APARENTE. DENSIDAD REAL.				
2. Información de la muestra				
Identificación: 2				
Matriz: SUELO				
Vereda: NO APLICA				
Finca: VILLA MELISA				
Cultivo: NO INDICA				
Topografía: PLANO Y PENDIENTE		Yeni Rodríguez Giraldo. (E6968)		
Fecha de recepción: 2021-02-19		Coordinador Técnico de Laboratorio		
Fecha(s) de análisis: De: 2021-02-19 A: 2021-03-29				
Fecha de reporte: 2021-03-29				
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION
Retención de Humedad	%p/v	Camaras de succión		
Punto 0,1 bares	%p/v	Camaras de succión	29,45	
Punto 0,3 bares	%p/v	Camaras de succión	27,63	
Punto 1 bares	%p/v	Camaras de succión	26,42	
Punto 3 bares	%p/v	Camaras de succión	25,52	
Punto 15 bares	%p/v	Camaras de succión	24,81	
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,41	
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,46	



OBSERVACIONES: Ninguna
<p><i>Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente. Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio. El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.</i></p> <p style="text-align: center;">CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA, MOSQUERA (CUNDINAMARCA) TELÉFONOS: 4227300 EXT.: 1414, 1369 E-MAIL: ypaezc@agrosavia.co</p>

 Corporación colombiana de investigación agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA	CÓDIGO: GA-F-73				
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA	VERSIÓN: 3				
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS		FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30				
<p>1. Información del cliente</p> <p>Nombre y Apellido: LIZETH HERRERA RUIZ</p> <p>Cédula o NIT: 1065844758</p> <p>Dirección: CALLE 34A # 2B-26 LOS MAYALES</p> <p>Dpto: CESAR</p> <p>Municipio: VALLEDUPAR</p> <p>Tel. fijo/Celular: 3022272623</p> <p>Tipo de análisis: CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD (5 PUNTOS) 0,1 BARES, 0,3 BARES, 1,0 BAR, 3,0 BARES Y 15 BARES. DENSIDAD APARENTE. DENSIDAD REAL.</p>		<table border="1"> <tr> <td># DE SOLICITUD</td> <td>CÓDIGO DE LABORATORIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">FS21-15049</td> </tr> </table>	# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO	10	FS21-15049
# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO					
10	FS21-15049					
<p>2. Información de la muestra</p> <p>Identificación: 3</p> <p>Matriz: SUELO</p> <p>Vereda: NO APLICA</p> <p>Finca: VILLA MELISA</p> <p>Cultivo: NO INDICA</p> <p>Topografía: PLANO Y PENDIENTE</p>		Yeni Rodríguez Giraldo. (E6968)				
<p>Fecha de recepción: 2021-02-19</p> <p>Fecha(s) de análisis: De: 2021-02-19 A: 2021-03-29</p> <p>Fecha de reporte: 2021-03-29</p>		Coordinador Técnico de Laboratorio				
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION		
Retención de Humedad	%p/v	Camaras de succión				
Punto 0,1 bares	%p/v	Camaras de succión	40,04			
Punto 0,3 bares	%p/v	Camaras de succión	38,68			
Punto 1 bares	%p/v	Camaras de succión	37,48			
Punto 3 bares	%p/v	Camaras de succión	37,17			
Punto 15 bares	%p/v	Camaras de succión	36,07			



Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,15
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,32
OBSERVACIONES: Ninguna			
<p>Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente. Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio. El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.</p> <p style="text-align: center;">CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA, MOSQUERA (CUNDINAMARCA) TELÉFONOS: 4227300 EXT.: 1414, 1369 E-MAIL: ypaezc@agrosavia.co</p>			

 Corporación colombiana de investigación agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA	CÓDIGO: GA-F-73
		VERSIÓN: 3
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA	FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS		
1. Información del cliente		# DE SOLICITUD 10
Nombre y Apellido: LIZETH HERRERA RUIZ Cédula o NIT: 1065844758 Dirección: CALLE 34A # 2B-26 LOS MAYALES Dpto: CESAR Municipio: VALLEDUPAR Tel. fijo/Celular: 3022272623 Tipo de análisis: CURVA DE RETENCIÓN DE HUMEDAD (5 PUNTOS) 0,1 BARES, 0,3 BARES, 1,0 BAR, 3,0 BARES Y 15 BARES. DENSIDAD APARENTE. DENSIDAD REAL.		CÓDIGO DE LABORATORIO FS21-15050
2. Información de la muestra		
Identificación: 4 Matriz: SUELO Vereda: NO APLICA Finca: VILLA MELISA Cultivo: NOINDICA Topografía: PLANO Y PENDIENTE		Yeni Rodríguez Giraldo. (E6968)
Fecha de recepción: 2021-02-19 Fecha(s) de análisis: De: 2021-02-19 A: 2021-03-29 Fecha de reporte: 2021-03-29		Coordinador Técnico de Laboratorio
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO
Retención de Humedad	%p/v	Camaras de succión
Punto 0,1 bares	%p/v	Camaras de succión
Punto 0,3 bares	%p/v	Camaras de succión
Punto 1 bares	%p/v	Camaras de succión
		VALOR
		INTERPRETACION
		27,82
		24,05
		23,00




Punto 3 bares	%p/v	Camaras de succión	22,25
Punto 15 bares	%p/v	Camaras de succión	21,39
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,29
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,51
OBSERVACIONES: Ninguna			
<p><i>Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorizacion formal de AGROSAVIA La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente. Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio. El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.</i></p> <p style="text-align: center;">CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA, MOSQUERA (CUNDINAMARCA) TELÉFONOS: 4227300 EXT.: 1414, 1369 E-MAIL: ypaezc@agrosavia.co</p>			

 Corporación colombiana de investigación agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA	CÓDIGO: GA-F-73															
		VERSIÓN: 3															
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA	FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30															
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS																	
1. Información del cliente		<table border="1"> <tr> <td># DE SOLICITUD</td> <td>CÓDIGO DE LABORATORIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">FS21-15051</td> </tr> </table>	# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO	10	FS21-15051											
# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO																
10	FS21-15051																
Nombre y Apellido: Cédula o NIT Dirección: Dpto: Municipio: Tel. fijo/Celular: Tipo de análisis:	LIZETH HERRERA RUIZ 1065844758 CALLE 34A # 2B-26 LOS MAYALES CESAR VALLEDUPAR 3022272623 CURVA DE RETENCIÓN DE HUMEDAD (5 PUNTOS) 0,1 BARES, 0,3 BARES, 1,0 BAR, 3,0 BARES Y 15 BARES. DENSIDAD APARENTE. DENSIDAD REAL.																
2. Información de la muestra																	
Identificación Matriz Vereda Finca: Cultivo Topografía	5 SUELO NO APLICA VILLA MELISA NO INDICA PLANO Y PENDIENTE	Yeni Rodriguez Giraldo. (E6968)															
Fecha de recepción: Fecha(s) de análisis: Fecha de reporte:	2021-02-19 De: 2021-02-19 A: 2021-03-29 2021-03-29	Coordinador Técnico de Laboratorio															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DETERMINACIÓN ANALÍTICA</th> <th>UNIDAD</th> <th>MÉTODO</th> <th>VALOR</th> <th>INTERPRETACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Retención de Humedad</td> <td>%p/v</td> <td>Camaras de succión</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Punto 0,1 bares</td> <td>%p/v</td> <td>Camaras de succión</td> <td>37,89</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION	Retención de Humedad	%p/v	Camaras de succión			Punto 0,1 bares	%p/v	Camaras de succión	37,89	
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION													
Retención de Humedad	%p/v	Camaras de succión															
Punto 0,1 bares	%p/v	Camaras de succión	37,89														



Punto 0,3 bares	%p/v	Camaras de succión	36,23
Punto 1 bares	%p/v	Camaras de succión	35,30
Punto 3 bares	%p/v	Camaras de succión	34,53
Punto 15 bares	%p/v	Camaras de succión	33,64
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,14
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,26
OBSERVACIONES: Ninguna			
<p>Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente. Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio. El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.</p> <p style="text-align: center;">CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA, MOSQUERA (CUNDINAMARCA) TELÉFONOS: 4227300 EXT.: 1414, 1369 E-MAIL: ypaezc@agrosavia.co</p>			

 Corporación colombiana de investigación agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA	CÓDIGO: GA-F-73
		VERSIÓN: 3
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA	FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS		
1. Información del cliente		# DE SOLICITUD 10
<p><i>Nombre y Apellido:</i> LIZETH HERRERA RUIZ</p> <p><i>Cédula o NIT</i> 1065844758</p> <p><i>Dirección:</i> CALLE 34A # 2B-26 LOS MAYALES</p> <p><i>Dpto:</i> CESAR</p> <p><i>Municipio:</i> VALLEDUPAR</p> <p><i>Tel. fijo/Celular:</i> 3022272623</p> <p><i>Tipo de análisis:</i> CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD (5 PUNTOS) 0,1 BARES, 0,3 BARES, 1,0 BAR, 3,0 BARES Y 15 BARES. DENSIDAD APARENTE. DENSIDAD REAL.</p>		CÓDIGO DE LABORATORIO FS21-15052
2. Información de la muestra		Yeni Rodriguez Giraldo. (E6968)
<p><i>Identificación</i> 6</p> <p><i>Matriz</i> SUELO</p> <p><i>Vereda</i> NO APLICA</p> <p><i>Finca:</i> VILLA MELISA</p> <p><i>Cultivo</i> NO INDICA</p> <p><i>Topografía</i> PLANO Y PENDIENTE</p>		Coordinador Técnico de Laboratorio
<p><i>Fecha de recepción:</i> 2021-02-19</p> <p><i>Fecha(s) de análisis:</i> De: 2021-02-19 A: 2021-03-29</p> <p><i>Fecha de reporte:</i> 2021-03-29</p>		




DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION
Retención de Humedad	%p/v	Camaras de succión		
Punto 0,1 bares	%p/v	Camaras de succión	39,20	
Punto 0,3 bares	%p/v	Camaras de succión	35,88	
Punto 1 bares	%p/v	Camaras de succión	34,71	
Punto 3 bares	%p/v	Camaras de succión	33,75	
Punto 15 bares	%p/v	Camaras de succión	32,87	
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,24	
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,37	

OBSERVACIONES: Ninguna


Los resultados son válidos unicamente para la muestra en referencia
Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.
Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.
Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.
El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA
KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA, MOSQUERA (CUNDINAMARCA)
TELÉFONOS: 4227300 EXT.: 1414, 1369
E-MAIL: ypaezc@agrosavia.co

 Corporación colombiana de investigación agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA	CÓDIGO: GA-F-73				
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA	VERSIÓN: 3				
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS		FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30				
1. Información del cliente Nombre y Apellido: LIZETH HERRERA RUIZ Cédula o NIT: 1065844758 Dirección: CALLE 34A # 2B-26 LOS MAYALES Dpto: CESAR Municipio: VALLEDUPAR Tel. fijo/Celular: 3022272623 Tipo de análisis: CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD (5 PUNTOS) 0,1 BARES, 0,3 BARES, 1,0 BAR, 3,0 BARES Y 15 BARES. DENSIDAD APARENTE. DENSIDAD REAL.		<table border="1"> <tr> <td># DE SOLICITUD</td> <td>CÓDIGO DE LABORATORIO</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>FS21-15053</td> </tr> </table>	# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO	10	FS21-15053
# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO					
10	FS21-15053					
2. Información de la muestra Identificación: 7 Matriz: SUELO Vereda: NO APLICA Finca: VILLA MELISA Cultivo: NO INDICA Topografía: PLANO Y PENDIENTE		Yeni Rodriguez Giraldo. (E6968)				



Fecha de recepción:	2021-02-19	Coordinador Técnico de Laboratorio		
Fecha(s) de análisis:	De: 2021-02-19 A: 2021-03-29			
Fecha de reporte:	2021-03-29			
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION
Retención de Humedad	%p/v	Camaras de succión		
Punto 0,1 bares	%p/v	Camaras de succión	36,30	
Punto 0,3 bares	%p/v	Camaras de succión	34,24	
Punto 1 bares	%p/v	Camaras de succión	32,91	
Punto 3 bares	%p/v	Camaras de succión	31,98	
Punto 15 bares	%p/v	Camaras de succión	31,13	
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,46	
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,42	
OBSERVACIONES: Ninguna				
<p><i>Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente. Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio. El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.</i></p> <p style="text-align: center;">CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA, MOSQUERA (CUNDINAMARCA) TELÉFONOS: 4227300 EXT.: 1414, 1369 E-MAIL: ypaezc@agrosavia.co</p>				

 Corporación colombiana de investigación agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA	CÓDIGO: GA-F-73				
		VERSIÓN: 3				
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA	FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30				
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS						
1. Información del cliente Nombre y Apellido: LIZETH HERRERA RUIZ Cédula o NIT: 1065844758		<table border="1"> <tr> <td># DE SOLICITUD</td> <td>CÓDIGO DE LABORATORIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">FS21-15054</td> </tr> </table>	# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO	10	FS21-15054
# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO					
10	FS21-15054					



Dirección: CALLE 34A # 2B-26 LOS MAYALES
Dpto: CESAR
Municipio: VALLEDUPAR
Tel. fijo/Celular: 3022272623
Tipo de análisis: CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD (5 PUNTOS) 0,1 BARES, 0,3 BARES, 1,0 BAR, 3,0 BARES Y 15 BARES. DENSIDAD APARENTE. DENSIDAD REAL.

2. Información de la muestra

Identificación 8
Matriz SUELO
Vereda NO APLICA
Finca: VILLA MELISA
Cultivo NO INDICA
Topografía PLANO Y PENDIENTE

Yeni Rodriguez Giraldo. (E6968)

Fecha de recepción: 2021-02-19 **Coordinador Técnico de Laboratorio**
Fecha(s) de análisis: De: 2021-02-19 A: 2021-03-29
Fecha de reporte: 2021-03-29

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION
Retención de Humedad	%p/v	Camaras de succión		
Punto 0,1 bares	%p/v	Camaras de succión	36,84	
Punto 0,3 bares	%p/v	Camaras de succión	34,46	
Punto 1 bares	%p/v	Camaras de succión	32,93	
Punto 3 bares	%p/v	Camaras de succión	31,84	
Punto 15 bares	%p/v	Camaras de succión	30,92	
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,36	
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,45	

OBSERVACIONES: Ninguna

*Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia
Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.
Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorizacion formal de AGROSAVIA La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.
Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.
El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.*

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA
KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA, MOSQUERA (CUNDINAMARCA)
TELÉFONOS: 4227300 EXT.: 1414, 1369
E-MAIL: ypaezc@agrosavia.co



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria



ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

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

LABORATORIO DE QUIMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ
CÉDULA O NIT: 1065844758
DIRECCIÓN: CALLE 34A #2B-26 LOS MAYALES
DEPARTAMENTO: CESAR
MUNICIPIO: VALLEDUPAR
TEL, FIJO/CEL: 3022272623 / 3022272623
TIPO DE ANALISIS: FERTILIDAD COMPLETO SUELOS + NITROGENO TOTAL + TEXTURA BOUYOUCOS

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS21-001627	LQAS21-000751

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: 1
MATRIZ: Suelos
VEREDA: NO APLICA
FINCA: VILLA MELISA
PRODUCTOR: Lizeth Herrera Ruiz
CULTIVO(S): No Indica variedad NO APLICA con 0 Día(s) de edad

ALTURA: 132m.s.n.m
PROFUNDIDAD: No indica
TIPO DE RIEGO: Gravedad
TOPOGRAFIA: Plano y pendiente
DRENAJE: Regular drenaje

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

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02), fósforo disponible Bray II (GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008. Método b. Medición en suspensión suelo/agua en relación 1:5 (peso/volumen)), cationes cambiabiles en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc (NTC 5526:2007), determinación de Carbono Orgánico en suelo (GA-R-119 V2 2019-09-20).

FECHA DE RECEPCIÓN 2021-02-19

FECHA DE ANÁLISIS: De 2021-02-19 a 2021-03-09

FECHA DE REPORTE: 2021/03/16

Yeni Rodríguez Giraldo

Coordinador técnico del laboratorio de Química Analítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	62.35	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	11.37	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	26.28	
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos	F-A	
pH (1:2.5)	Unidades de pH	GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02	6.41	Ligeramente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Método b. Medición en suspensión suelo	0.54	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkey & Black	2.41	Medio
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119 V2 2019-09-20	1.40	
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02.	24.43	Medio
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0.21	
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	6.80	Bajo
Capacidad Interc. Catiónica Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	8.19	Baja
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0.33	Medio
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No Indica

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

Página 1 de 24

GA-F-97
Versión: 5

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16

AGROSAVIA

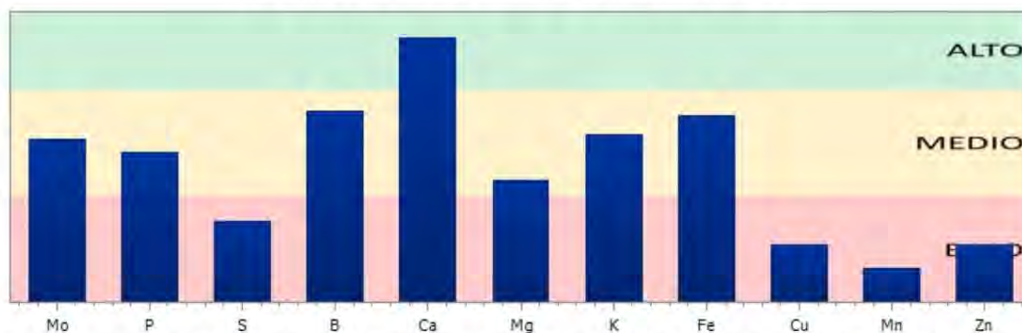
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



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

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	6.58	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	1.26	Bajo
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	0.29	Medio
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	40.35	Medio
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	<1.00	Bajo
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.44	Bajo
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	<1.00	Bajo
Saturación de Calcio	%	Cálculo	80	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	15	Medio
Saturación de Potasio	%	Cálculo	4	Alto
Saturación de Sodio	%	Cálculo	1	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal

GRAFICA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS



NOTAS: 1) interpretación basada en: ICA,1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2) ND = No Determinado; 3) Se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio Intercambiable, Potasio intercambiable (K), Sodio intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe)Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.

Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.

El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia.

Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.

Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA.

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria



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

LABORATORIO DE QUIMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ
CÉDULA O NIT: 1065844758
DIRECCIÓN: CALLE 34A #2B-26 LOS MAYALES
DEPARTAMENTO: CESAR
MUNICIPIO: VALLEDUPAR
TEL, FIJO/CEL: 3022272623 / 3022272623
TIPO DE ANALISIS: FERTILIDAD COMPLETO SUELOS + NITROGENO TOTAL + TEXTURA BOUYOUCOS

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS21-001627	LQAS21-000752

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: 2
MATRIZ: Suelos
VEREDA: NO APLICA
FINCA: VILLA MELISA
PRODUCTOR: Lizeth Herrera Ruiz
CULTIVO(S): No Indica variedad NO APLICA con 0 Día(s) de edad

ALTURA: 132m.s.n.m.
PROFUNDIDAD: No indica
TIPO DE RIEGO: Gravedad
TOPOGRAFIA: Plano y pendiente
DRENAJE: Regular drenaje

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

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02), fósforo disponible Bray II (GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008. Método b. Medición en suspensión suelo/agua en relación 1:5 (peso/volumen)), cationes cambiabiles en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc (NTC 5526:2007), determinación de Carbono Orgánico en suelo (GA-R-119 V2 2019-09-20).

FECHA DE RECEPCIÓN: 2021-02-19
FECHA DE ANÁLISIS: De 2021-02-19 a 2021-03-09
FECHA DE REPORTE: 2021/03/16

Yeni Rodríguez Giraldo
Coordinador técnico del laboratorio de Química Analítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	66.39	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	7.32	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	26.29	
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos	F-A	
pH (1:2.5)	Unidades de pH	GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02	6.36	Ligeramente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Método b. Medición en suspensión suelo	0.85	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkey & Black	2.22	Medio
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119 V2 2019-09-20	1.29	
Fósforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02.	68.20	Alto
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0.17	
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	8.26	Bajo
Capacidad Interc. Catiónica Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	9.53	Baja
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0.39	Medio
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No Indica

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16

AGROSAVIA

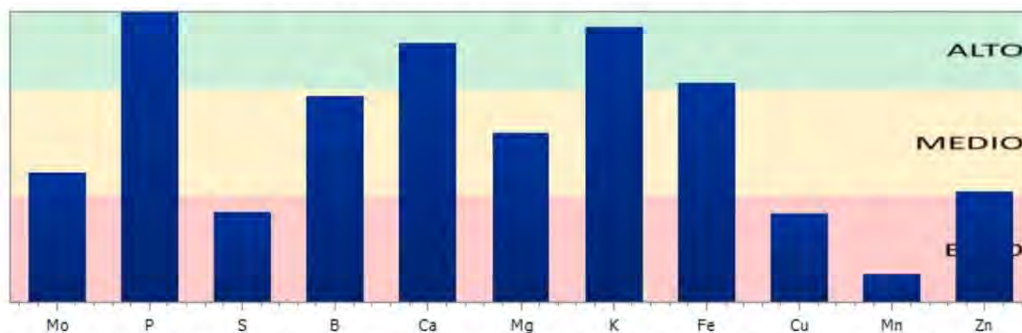
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



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

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	7.04	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	1.91	Medio
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	0.52	Alto
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	<0.14	Normal
Hierro (Fe) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	51.68	Alto
Cobre (Cu) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.04	Medio
Manganeso (Mn) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.35	Bajo
Zinc (Zn) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.57	Medio
Saturación de Calcio	%	Cálculo	74	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	20	Medio
Saturación de Potasio	%	Cálculo	5	Alto
Saturación de Sodio	%	Cálculo	1	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal

GRAFICA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS



NOTAS: 1) interpretación basada en: ICA,1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2) ND = No Determinado; 3) Se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio Intercambiable, Potasio intercambiable (K), Sodio intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe)Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.

Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.

El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia.

Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.

Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA.

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria



ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

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

LABORATORIO DE QUIMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ
CÉDULA O NIT: 1065844758
DIRECCIÓN: CALLE 34A #2B-26 LOS MAYALES
DEPARTAMENTO: CESAR
MUNICIPIO: VALLEDUPAR
TEL, FIJO/CEL: 3022272623 / 3022272623
TIPO DE ANALISIS: FERTILIDAD COMPLETO SUELOS + NITROGENO TOTAL + TEXTURA BOUYOUCOS

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS21-001627	LQAS21-000753

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: 3
MATRIZ: Suelos
VEREDA: NO APLICA
FINCA: VILLA MELISA
PRODUCTOR: Lizeth Herrera Ruiz
CULTIVO(S): No Indica variedad NO APLICA con 0 Día(s) de edad

ALTURA: 132m.s.n.m.
PROFUNDIDAD: No indica
TIPO DE RIEGO: Gravedad
TOPOGRAFIA: Plano y pendiente
DRENAJE: Regular drenaje

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

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02), fósforo disponible Bray II (GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008. Método b. Medición en suspensión suelo/agua en relación 1:5 (peso/volumen)), cationes cambiabiles en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc (NTC 5526:2007), determinación de Carbono Orgánico en suelo (GA-R-119 V2 2019-09-20).

FECHA DE RECEPCIÓN: 2021-02-19
FECHA DE ANÁLISIS: De 2021-02-19 a 2021-03-16
FECHA DE REPORTE: 2021/03/16

Yeni Rodríguez Giraldo
Coordinador técnico del laboratorio de Química Analítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	64.06	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	5.34	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	30.60	
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos	F-A	
pH (1:2.5)	Unidades de pH	GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02	6.28	Ligeramente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Método b. Medición en suspensión suelo	0.91	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkey & Black	3.14	Alto
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119 V2 2019-09-20	2.02	
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02.	212.50	Alto
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0.33	
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	16.69	Medio
Capacidad Interc. Catiónica Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	11.93	Media
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0.63	Alto
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No Indica

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16



Corporación colombiana de investigación agropecuaria

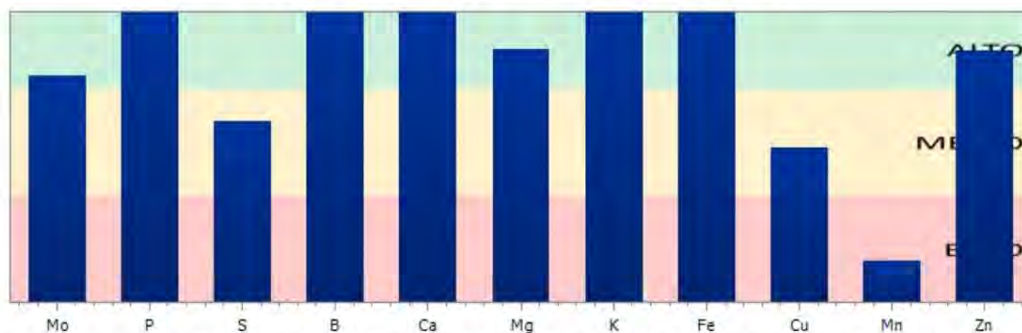


ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

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

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	8.37	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	2.85	Alto
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	0.65	Alto
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	<0.14	Normal
Hierro (Fe) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	82.72	Alto
Cobre (Cu) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.94	Medio
Manganeso (Mn) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.91	Bajo
Zinc (Zn) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	3.57	Alto
Saturación de Calcio	%	Cálculo	70	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	24	Medio
Saturación de Potasio	%	Cálculo	5	Alto
Saturación de Sodio	%	Cálculo	1	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal

GRAFICA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS



NOTAS: 1) interpretación basada en: ICA,1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2) ND = No Determinado; 3) Se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio Intercambiable, Potasio intercambiable (K), Sodio intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe)Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.

Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.

El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia.

Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.

Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA.

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16



Corporación colombiana de investigación agropecuaria



ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

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

LABORATORIO DE QUIMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ
CÉDULA O NIT: 1065844758
DIRECCIÓN: CALLE 34A #2B-26 LOS MAYALES
DEPARTAMENTO: CESAR
MUNICIPIO: VALLEDUPAR
TEL, FIJO/CEL: 3022272623 / 3022272623
TIPO DE ANALISIS: FERTILIDAD COMPLETO SUELOS + NITROGENO TOTAL + TEXTURA BOUYOUCOS

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS21-001627	LQAS21-000754

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: 4
MATRIZ: Suelos
VEREDA: NO APLICA
FINCA: VILLA MELISA
PRODUCTOR: Lizeth Herrera Ruiz
CULTIVO(S): No Indica variedad NO APLICA con 0 Día(s) de edad

ALTURA: 132m.s.n.m
PROFUNDIDAD: No indica
TIPO DE RIEGO: Gravedad
TOPOGRAFIA: Plano y pendiente
DRENAJE: Regular drenaje

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

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02), fósforo disponible Bray II (GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008. Método b. Medición en suspensión suelo/agua en relación 1:5 (peso/volumen)), cationes cambiabiles en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc (NTC 5526:2007), determinación de Carbono Orgánico en suelo (GA-R-119 V2 2019-09-20).

FECHA DE RECEPCIÓN 2021-02-19
FECHA DE ANÁLISIS: De 2021-02-19 a 2021-03-16
FECHA DE REPORTE: 2021/03/16

Yeni Rodríguez Giraldo
Coordinador técnico del laboratorio de Química Analítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	62.31	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	7.33	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	30.36	
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos	F-A	
pH (1:2.5)	Unidades de pH	GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02	6.56	Ligeramente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Método b. Medición en suspensión suelo	0.54	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkey & Black	2.81	Medio
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119 V2 2019-09-20	1.63	
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02.	45.83	Alto
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0.24	
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	7.05	Bajo
Capacidad Interc. Catiónica Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	8.97	Baja
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0.35	Medio
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No Indica

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16



Corporación colombiana de investigación agropecuaria

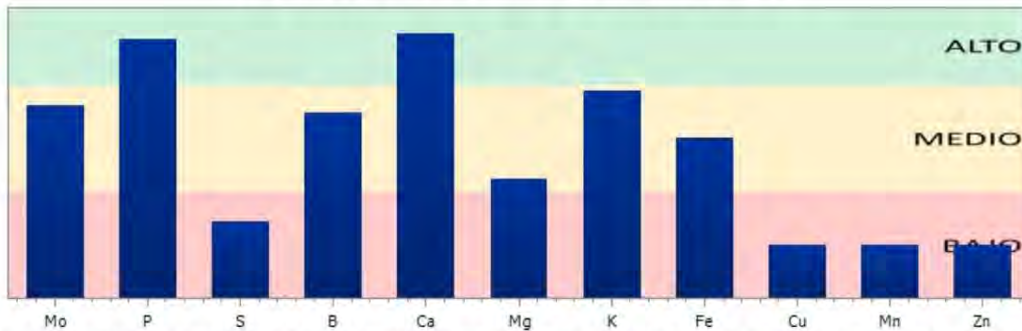


ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

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

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	7.17	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	1.35	Bajo
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	0.39	Medio
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	37.65	Medio
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	<1.00	Bajo
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	<1.00	Bajo
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	<1.00	Bajo
Saturación de Calcio	%	Cálculo	80	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	15	Medio
Saturación de Potasio	%	Cálculo	4	Alto
Saturación de Sodio	%	Cálculo	1	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal

GRAFICA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS



NOTAS: 1) interpretación basada en: ICA,1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2) ND = No Determinado; 3) Se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio Intercambiable, Potasio intercambiable (K), Sodio intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe)Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.

Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.

El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia.

Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.

Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA.

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16



Corporación colombiana de investigación agropecuaria



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

LABORATORIO DE QUIMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ
CÉDULA O NIT: 1065844758
DIRECCIÓN: CALLE 34A #2B-26 LOS MAYALES
DEPARTAMENTO: CESAR
MUNICIPIO: VALLEDUPAR
TEL, FIJO/CEL: 3022272623 / 3022272623
TIPO DE ANALISIS: FERTILIDAD COMPLETO SUELOS + NITROGENO TOTAL + TEXTURA BOUYOUCOS

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS21-001627	LQAS21-000755

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: 5
MATRIZ: Suelos
VEREDA: NO APLICA
FINCA: VILLA MELISA
PRODUCTOR: Lizeth Herrera Ruiz
CULTIVO(S): No Indica variedad NO APLICA con 0 Día(s) de edad

ALTURA: 132m.s.n.m
PROFUNDIDAD: No indica
TIPO DE RIEGO: Gravedad
TOPOGRAFIA: Plano y pendiente
DRENAJE: Regular drenaje

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

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02), fósforo disponible Bray II (GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008. Método b. Medición en suspensión suelo/agua en relación 1:5 (peso/volumen)), cationes cambiabiles en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc (NTC 5526:2007), determinación de Carbono Orgánico en suelo (GA-R-119 V2 2019-09-20).

FECHA DE RECEPCIÓN: 2021-02-19
FECHA DE ANÁLISIS: De 2021-02-19 a 2021-03-11
FECHA DE REPORTE: 2021/03/16

Yeni Rodríguez Giraldo
Coordinador técnico del laboratorio de Química Analítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	62.22	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	11.40	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	26.38	
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos	F-A	
pH (1:2.5)	Unidades de pH	GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02	6.11	Ligeramente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Método b. Medición en suspensión suelo	1.24	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkey & Black	3.88	Alto
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119 V2 2019-09-20	2.25	
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02.	184.64	Alto
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0.38	
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	17.34	Medio
Capacidad Interc. Catiónica Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	12.58	Media
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	0.65	Alto
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No Indica

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16

AGROSAVIA

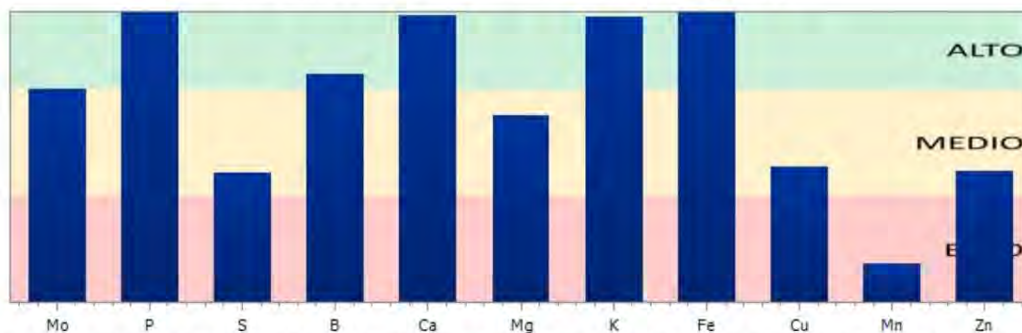
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



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

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCI	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	7.78	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	2.11	Medio
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	0.54	Alto
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	79.38	Alto
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.68	Medio
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.79	Bajo
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.85	Medio
Saturación de Calcio	%	Cálculo	74	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	20	Medio
Saturación de Potasio	%	Cálculo	5	Alto
Saturación de Sodio	%	Cálculo	1	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal

GRAFICA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS



NOTAS: 1) interpretación basada en: ICA,1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2) ND = No Determinado; 3) Se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio Intercambiable, Potasio intercambiable (K), Sodio intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe)Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.

Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.

El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia.

Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.

Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA.

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria



ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

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

LABORATORIO DE QUIMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ
CÉDULA O NIT: 1065844758
DIRECCIÓN: CALLE 34A #2B-26 LOS MAYALES
DEPARTAMENTO: CESAR
MUNICIPIO: VALLEDUPAR
TEL, FIJO/CEL: 3022272623 / 3022272623
TIPO DE ANALISIS: FERTILIDAD COMPLETO SUELOS + NITROGENO TOTAL + TEXTURA BOUYOUCOS

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS21-001627	LQAS21-000756

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: 6
MATRIZ: Suelos
VEREDA: NO APLICA
FINCA: VILLA MELISA
PRODUCTOR: Lizeth Herrera Ruiz
CULTIVO(S): No Indica variedad NO APLICA con 0 Día(s) de edad

ALTURA: 132m.s.n.m.
PROFUNDIDAD: No indica
TIPO DE RIEGO: Gravedad
TOPOGRAFIA: Plano y pendiente
DRENAJE: Regular drenaje

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

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02), fósforo disponible Bray II (GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008. Método b. Medición en suspensión suelo/agua en relación 1:5 (peso/volumen)), cationes cambiabiles en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc (NTC 5526:2007), determinación de Carbono Orgánico en suelo (GA-R-119 V2 2019-09-20).

FECHA DE RECEPCIÓN: 2021-02-19
FECHA DE ANÁLISIS: De 2021-02-19 a 2021-03-09
FECHA DE REPORTE: 2021/03/16

Yeni Rodríguez Giraldo
Coordinador técnico del laboratorio de Química Analítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	60.11	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	11.43	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	28.46	
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos	F-A	
pH (1:2.5)	Unidades de pH	GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02	6.01	Ligeramente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Método b. Medición en suspensión suelo	0.80	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkey & Black	3.02	Alto
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119 V2 2019-09-20	1.75	
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02.	86.69	Alto
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0.34	
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	11.98	Medio
Capacidad Interc. Catiónica Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	10.49	Media
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0.43	Alto
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No Indica

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16

AGROSAVIA

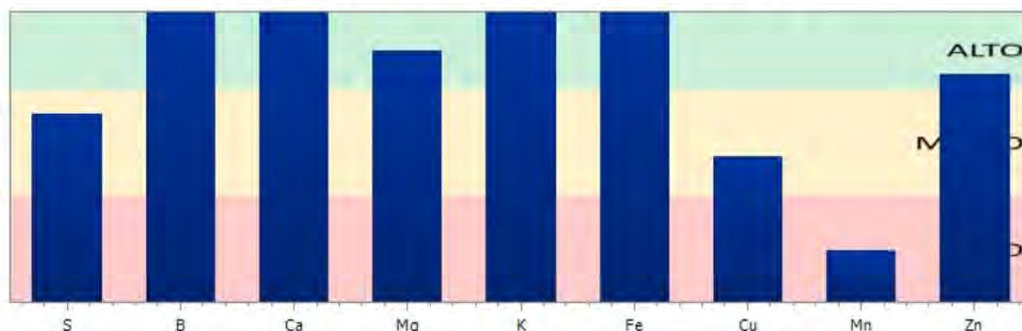
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



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

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	8.78	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	2.83	Alto
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	0.90	Alto
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	86.74	Alto
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.83	Medio
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	2.44	Bajo
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	3.23	Alto
Saturación de Calcio	%	Cálculo	70	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	22	Medio
Saturación de Potasio	%	Cálculo	7	Alto
Saturación de Sodio	%	Cálculo	1	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal

GRAFICA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS



NOTAS: 1) interpretación basada en: ICA,1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2) ND = No Determinado; 3) Se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio Intercambiable, Potasio intercambiable (K), Sodio intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe)Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.

Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.

El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia.

Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.

Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA.

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16



Corporación colombiana de investigación agropecuaria



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

LABORATORIO DE QUIMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ
CÉDULA O NIT: 1065844758
DIRECCIÓN: CALLE 34A #2B-26 LOS MAYALES
DEPARTAMENTO: CESAR
MUNICIPIO: VALLEDUPAR
TEL, FIJO/CEL: 3022272623 / 3022272623
TIPO DE ANALISIS: FERTILIDAD COMPLETO SUELOS + NITROGENO TOTAL + TEXTURA BOUYOUCOS

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS21-001627	LQAS21-000757

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: 7
MATRIZ: Suelos
VEREDA: NO APLICA
FINCA: VILLA MELISA
PRODUCTOR: Lizeth Herrera Ruiz
CULTIVO(S): No Indica variedad NO APLICA con 0 Día(s) de edad

ALTURA: 132m.s.n.m
PROFUNDIDAD: No indica
TIPO DE RIEGO: Gravedad
TOPOGRAFIA: Plano y pendiente
DRENAJE: Regular drenaje

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

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02), fósforo disponible Bray II (GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008. Método b. Medición en suspensión suelo/agua en relación 1:5 (peso/volumen)), cationes cambiabiles en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc (NTC 5526:2007), determinación de Carbono Orgánico en suelo (GA-R-119 V2 2019-09-20).

FECHA DE RECEPCIÓN: 2021-02-19
FECHA DE ANÁLISIS: De 2021-02-19 a 2021-03-09
FECHA DE REPORTE: 2021/03/16

Yení Rodríguez Giraldo
Coordinador técnico del laboratorio de Química Analítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	68.31	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	7.34	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	24.35	
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos	F-A	
pH (1:2.5)	Unidades de pH	GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02	6.66	Casi neutro o neutro
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Método b. Medición en suspensión suelo	0.73	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkey & Black	2.91	Medio
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119 V2 2019-09-20	1.69	
Fósforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02.	23.44	Medio
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0.32	
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	7.56	Bajo
Capacidad Interc. Catiónica Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	10.43	Media
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0.45	Alto
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No Indica

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

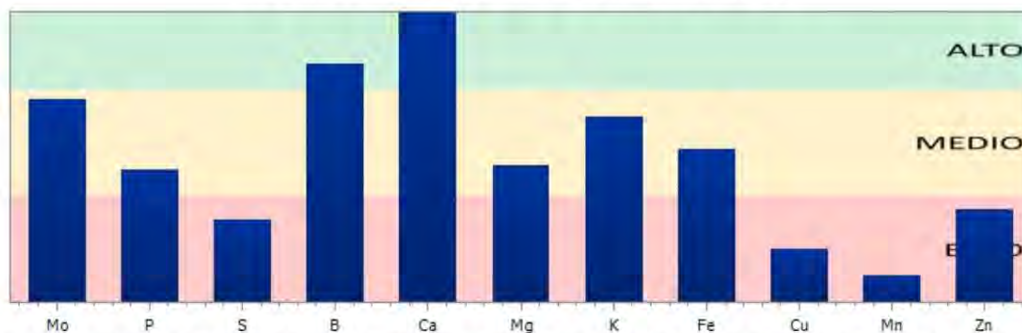


ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

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

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	8.48	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	1.55	Medio
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	0.35	Medio
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	36.14	Medio
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	<1.00	Bajo
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.23	Bajo
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.32	Bajo
Saturación de Calcio	%	Cálculo	81	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	15	Medio
Saturación de Potasio	%	Cálculo	3	Medio
Saturación de Sodio	%	Cálculo	0	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal

GRAFICA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS



NOTAS: 1) interpretación basada en: ICA,1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2) ND = No Determinado; 3) Se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio Intercambiable, Potasio intercambiable (K), Sodio intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe)Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.

Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.

El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia.

Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.

Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA.

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria



ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

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

LABORATORIO DE QUIMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ
CÉDULA O NIT: 1065844758
DIRECCIÓN: CALLE 34A #2B-26 LOS MAYALES
DEPARTAMENTO: CESAR
MUNICIPIO: VALLEDUPAR
TEL, FIJO/CEL: 3022272623 / 3022272623
TIPO DE ANALISIS: FERTILIDAD COMPLETO SUELOS + NITROGENO TOTAL + TEXTURA BOUYOUCOS

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS21-001627	LQAS21-000758

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: 8
MATRIZ: Suelos
VEREDA: NO APLICA
FINCA: VILLA MELISA
PRODUCTOR: Lizeth Herrera Ruiz
CULTIVO(S): No Indica variedad NO APLICA con 0 Día(s) de edad

ALTURA: 132m.s.n.m.
PROFUNDIDAD: No indica
TIPO DE RIEGO: Gravedad
TOPOGRAFIA: Plano y pendiente
DRENAJE: Regular drenaje

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

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02), fósforo disponible Bray II (GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008. Método b. Medición en suspensión suelo/agua en relación 1:5 (peso/volumen)), cationes cambiabiles en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc (NTC 5526:2007), determinación de Carbono Orgánico en suelo (GA-R-119 V2 2019-09-20).

FECHA DE RECEPCIÓN: 2021-02-19
FECHA DE ANÁLISIS: De 2021-02-19 a 2021-03-09
FECHA DE REPORTE: 2021/03/16

Yeni Rodríguez Giraldo
Coordinador técnico del laboratorio de Química Analítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	68.41	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	7.32	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	24.27	
Clase textural	No aplica	Método de Bouyoucos	F-A	
pH (1:2.5)	Unidades de pH	GA-R-046, versión 05 de 2019-10-02	6.56	Ligeramente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Método b. Medición en suspensión suelo	0.63	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkey & Black	3.17	Alto
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119 V2 2019-09-20	1.84	
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02.	35.21	Medio
Nitrógeno total (NT)	g/100g	Kjeldahl	0.30	
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	8.26	Bajo
Capacidad Interc. Catiónica Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	12.88	Media
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0.43	Alto
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No Indica

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



INFORME No.QAS21-001627 LIZETH PAOLA HERRERA RUIZ 2021-03-16

AGROSAVIA

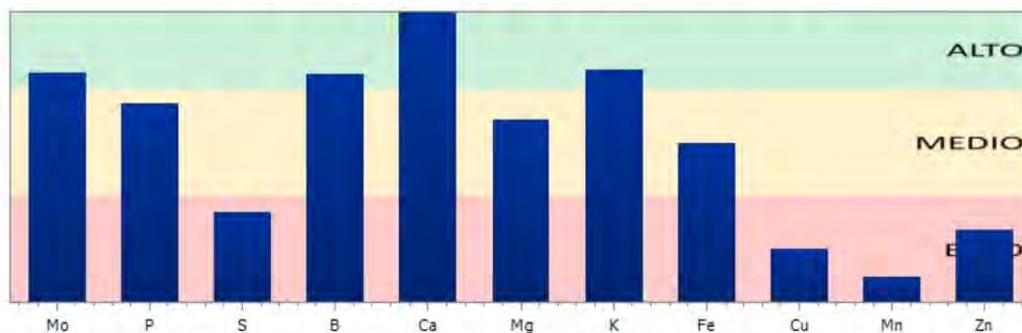
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



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

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	10.33	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	2.06	Medio
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	0.44	Alto
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	37.37	Medio
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	<1.00	Bajo
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.19	Bajo
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.03	Bajo
Saturación de Calcio	%	Cálculo	80	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	16	Medio
Saturación de Potasio	%	Cálculo	3	Medio
Saturación de Sodio	%	Cálculo	0	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal

GRAFICA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS



NOTAS: 1) interpretación basada en: ICA,1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2) ND = No Determinado; 3) Se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio Intercambiable, Potasio intercambiable (K), Sodio intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe)Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.

Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.

El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia.

Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.

Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA.

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