

**EFECTO DEL VERMICOMPOST EN EL MEJORAMIENTO DE LA FERTILIDAD
DE SUELO DISTURBADOS POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN EL
DEPARTAMENTO DEL CESAR**

JOHAN DAVID GALINDO GÁMEZ

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGICAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2020**



**EFFECTO DEL VERMICOMPOST EN EL MEJORAMIENTO DE LA FERTILIDAD
DE SUELOS DISTURBADOS POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN EL
DEPARTAMENTO DEL CESAR**

JOHAN DAVID GALINDO GÁMEZ

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar el título de
Ingeniero Ambiental y Sanitaria**

LUIS CARLOS DIAZ MUEGUE

Director

LAURA JANETH QUIROZ MOJICA

Asesora

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGICAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2020**

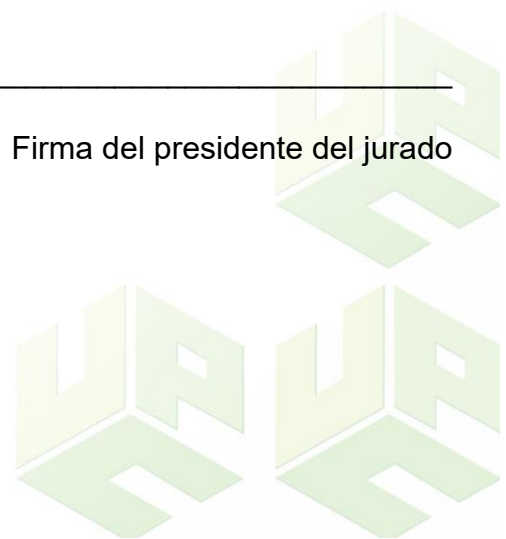


Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del presidente del jurado

Firma del presidente del jurado



AGRADECIMIENTOS

Como autor de esta investigación después de muchos años de estudio por fin los resultados de todo el esfuerzo y dedicación se ven reflejados en este trabajo, mi más grande agradecimiento es a Dios, gracias padre santo por sus infinitas bendiciones que has cultivado en mí.

A Colciencias por brindar los recursos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Popular del Cesar en haberme recibido para permitirme disponer a realizar mis estudios como Ingeniero Ambiental y Sanitario que es mi más grande anhelo.

Al Ingeniero Luis Carlos Díaz Mueque, (Mi Director) gracias a su compromiso y apoyo brindado desde mi inscripción al semillero de investigación.

A las Ingenieras Ambiental y Sanitaria Laura Quiroz, Liliana López por las enseñanzas en campo y laboratorio, para sí tener conocimiento del tema tratado en la realización de esta investigación.

A la Ingeniera Ambiental y Sanitaria Angelly Maestre quien desde el primer momento me brindó su Amistad, bondad y confianza.

A Elmer Gámez Martínez, muchas gracias por ser parte de este proyecto, por brindarme su confianza y darme todo el apoyo necesario para que esta meta se cumpla.

DEDICATORIAS

A Dios por darme bendición y salud para alcanzar mis metas como persona y
como profesional.

A mis padres por sus fuerzas y valores, por sus enseñanzas que hoy día me
hacen ser quien soy, base fundamental de este peldaño alcanzado.

A mis sobrinos Isabella, Mariangel, Oscar David y José Ángel quienes con su
sonrisa alegran mi vida y mi corazón.

Mis sincero agradecimientos a mi hermano Alexander Galindo por haberme
apoyado en cada uno de mis pasos por enseñarme buenos valores, por la
motivación constante que permitieron que hoy en día sea la persona que soy y por
su amor incondicional.

Con todo el amor, admiración y respeto a Oscar Galindo hermano Alma Guerrero
que siempre me ha apoyado, es pilar fundamental de todos mis éxitos y proceder,

Te necesito aquí. **“NeedYou”**

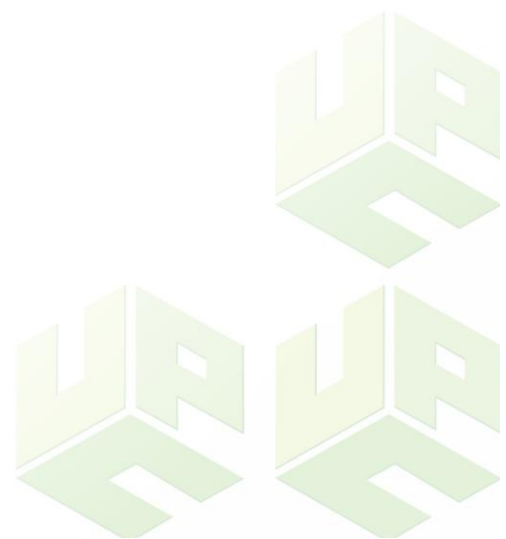
Johan David Galindo Gámez

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	6
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2 JUSTIFICACIÓN.....	16
3 OBJETIVOS.....	18
3.1 OBJETIVO GENERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
4 MARCO REFERENCIAL	19
4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
4.2 MARCO TEÓRICO	22
4.2.1 El suelo	22
4.2.2 Compostaje	24
4.2.3 Vermicompostaje.....	26
4.3 MARCO CONCEPTUAL	30
4.4 MARCO CONTEXTUAL	35
4.4.1 Departamento del Cesar	35
4.5 MARCO LEGAL	39
5 MARCO METODOLOGICO	41
5.1 Línea de investigación	41
Sostenibilidad y gestión ambiental	41
5.2 Sublínea de investigación	41
Suelos	41
5.3 Tipo de investigación	41
5.5 PROCESO PRODUCCION VERMICOMPOST	42
5.5.1 Determinación zona para la producción del vermicompost	42
5.5.2 Fabricación Cunas Artesanales.....	43
1.1 Ubicación y Muestreo Suelo Disturbado	43
1.2 Recolección Semillas Bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>) y Guayacán (<i>Bulnesia arborea</i>).....	44
2 ANALISIS FÍSICO-QUÍMICO	46

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

5.5.2	Etapa 1: Caracterización físico-química y microbiológica del vermicompost y del suelo disturbado por actividad agropecuario.....	46
5.5.3	Etapa 2: Estudio del efecto del vermicompost en el suelo agropecuario y en las especies vegetales Cynodon dactylon y Bulnesia mediante montajes de germinación y vivero.....	51
6	RESULTADOS	53
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	62



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cambios en las propiedades del sustrato por las lombrices29

Tabla 2. Ecoregiones departamento del Cesar38

Tabla 3. Marco legal del recurso suelo en Colombia39

Tabla 4 . Cronograma de actividades¡Error! Marcador no definido.

Tabla 5. Presupuesto¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Esquema de las fases del suelo	17
Ilustración 2. El vermicompostador	22
Ilustración 3. Lombriz roja californiana.....	24
Ilustración 4. Ubicación geográfica departamento del Cesar	27
Ilustración 5 Vista satelital departamento del Cesar	29

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más importante a nivel mundial en el ámbito ambiental, es la degradación o mal uso del suelo, debido a las actividades impartidas por el hombre. La agricultura ha contribuido a la degradación del suelo de diversas maneras. Esto incluye la pérdida de la fertilidad, la salinización, la contaminación por agroquímicos, la erosión debida a la eliminación de la cubierta vegetal por el sobrepastoreo o el movimiento constante del suelo. Todos estos tipos de degradación causan que la capacidad productiva del suelo disminuya, reduciéndose, por consecuencia, el rendimiento agrícola. Bajo estas condiciones, el productor requiere emplear cada vez más fertilizante para mantener los mismos rendimientos.

Países en África y Latinoamérica son los que muestran los niveles más altos de degradación del suelo. La degradación del suelo se produce también debido a la compactación por maquinaria agrícola y a la reducción del contenido de materia orgánica, lo cual afecta a la estructura y a la composición del suelo. El uso de plaguicidas altera indirectamente la estructura del suelo a través de su impacto en la edafofauna. Los plaguicidas, herbicidas y funguicidas tienen un efecto directo en la biodiversidad, tanto de vertebrados como de invertebrados. Finalmente todo esto contribuye a incrementar la tasa de erosión del suelo (Arturo Pérez Vázquez, 2009).

En Colombia, los usos forestales y agroforestales han sido desaprovechados. El país se ha inclinado más hacia la actividad agropecuaria, lo que genera un uso inadecuado del suelo. En el departamento del cesar se ha enfocado en uso agropecuario, donde se ha incrementado notablemente el porcentaje de erosión de suelos, la cual ha hecho que la calidad y fertilidad de suelo se vea disminuida en la mayoría de sus actividades, haciendo que los campesinos cada día hagan uso irracional de productos químicos, para aumentar su capacidad de producción.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

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

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

La globalización y la progresiva liberalización de los mercados agropecuarios mundiales representarán un importante estímulo para que los países latinoamericanos intenten aumentar la productividad y la competitividad internacional de sus producciones agrícolas y ganaderas, en consonancia con un modelo de crecimiento económico basado en la búsqueda de beneficios a corto plazo. Esto conducirá sin duda alguna a la profundización de los clásicos antagonismos entre la agricultura comercial y capitalista, ejercida por los complejos agroindustriales controlados por las empresas transnacionales y los grandes agricultores locales, y la agricultura campesina, condenada a la precariedad.

Tanto la creciente pobreza rural, por un lado, como la intensificación productiva, por otro, llevan consigo la degradación de los ecosistemas y graves desequilibrios ecológicos que acentúan los agudos problemas ambientales heredados de la *revolución verde* y del papel dependiente y periférico de América latina dentro del capitalismo mundial.

Aunque cada vez existe mayor concienciación ecológica en la población latinoamericana, no tiene ningún sentido reclamar el respeto ambiental y la necesaria conservación de los recursos sin criticar la lógica del modelo liberal, pues existe una incompatibilidad manifiesta entre el desarrollo sostenible y el modo de producción capitalista (Segrelles, 2001).

Los principales retos que tienen que enfrentar la agricultura mundial, los gobiernos y la sociedad en su conjunto, son los de satisfacer la demanda de alimentos y mantener niveles sustentables de los recursos naturales (suelo, agua, vegetación, fauna).

Los procesos de degradación del suelo más relevantes en Colombia son erosión, sellamiento, contaminación, pérdida de materia orgánica, salinización,



compactación y la desertificación, esto amenaza los servicios eco sistémico, entre los que se encuentra la regulación del ciclo hidrológico, el almacenamiento del CO₂ y la recarga de acuíferos entre otros.

Los departamentos de la Guajira (28,1%), Magdalena (16,5%), Cesar (12%), Huila (8,4%) y Sucre (7,6%) presentan erosión severa a muy severa (IDEAM, 2015), cifras que reflejan la vulnerabilidad del territorio de la costa caribe, la pérdida de biodiversidad y productividad acentuada por la variabilidad climática en la zona. A pesar de este panorama, diversas investigaciones concluyen que cambios en las labores agrícolas que incorporen prácticas sostenibles, ofrecen oportunidades para que el sistema mitigue emisiones de gases efecto invernadero, entradas de nitrógeno y carbono a nivel edáfico permiten secuestro de N₂, CO₂ por parte del suelo y revive la importancia del recurso, por lo que es necesario conocer el estado actual y prospectar actividades que permitan su conservación (Sonia Esperanza Aguirre-Forero, 2018).

Actualmente, el 64% del departamento Cesar ya cuenta con desarrollos agropecuarios. El problema radica en que tan solo el 34% alberga suelos con características para tal fin. La ganadería y cultivos como palma africana, arroz, algodón y varios frutales, están prácticamente esparcidos por más de la mitad de las 2,2 millones de hectáreas que conforman el Cesar.

Esto se debe a que la actividad agropecuaria, junto con la de servicios y la minería, son las que más aportan a la economía del departamento. Sin embargo, estudios del Instituto Geográfico Agustín Codazzi indican que la agricultura y ganadería en el Cesar están sobredimensionadas, un panorama que está afectando considerablemente la sostenibilidad de sus recursos naturales. Según el IGAC,



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

actualmente el 64,7% de este territorio costeño alberga desarrollos agropecuarios, cuando solo el 34,7% tiene tierras arables para esta actividad.

Actualmente, sus 25 municipios están invadidos por cultivos y ganado, cuando la producción debería concentrarse principalmente en el margen occidental de Agustín Codazzi, Astrea, Chimichagua, Chiriguaná, Tamalameque, Pelaya, La Gloria, Gamarra, Aguachica, San Martín y San Alberto. Este panorama ha generado que las zonas de protección y forestales disminuyan. El 62,2% del Cesar cuenta con suelos no arables (agroforestales) y para la conservación ambiental, cifra que a la fecha ha caído al 31,3% (IGAC, 2016).

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

Los esfuerzos de restauración de ecosistemas deteriorados cobran cada día mayor importancia en Colombia, lo que ha propiciado la necesidad de estudiar el comportamiento de la germinación de las semillas para favorecer su producción y el uso de vermi-compost para el mejoramiento de los suelos.

Guayacán (*Bulnesia arbórea*) especie nativa de Colombia, en peligro (EN) de extinción. Se encuentra en el Urabá antioqueño y en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, La Guajira, Magdalena y Sucre. Prefiere suelos fértiles y tolera pH entre 5 y 8. Se desarrolla en suelos planos, arenosos y limosos, aunque tolera suelos arcillosos inundables. Se establece en sitios a pleno sol y al interior de bosques secos y espinosos. Crece con especies como hobo, Carreto, palma amarga, ceiba amarilla, coca de mico y bonga (René López Camacho, 2016)



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

El Pasto Bermuda es una Gramínea nativa del sur de Europa y norte de África, pero en la actualidad se ha introducido a todos los países tropicales y sub tropicales, y en algunas regiones templadas de todo el mundo. Crece bien en una amplia gama de suelos, pero se desarrolla mejor en suelos fértiles y bien drenados, con pH 5,5 – 8.0. Tolera bien salinidad, pero no tolera un alto contenido de aluminio en el terreno. Alturas de 0 – 1800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). Temperaturas entre 17 – 27 °C, no tolera la sombra y se presenta una rápida disminución en su rendimiento cuando se incrementa la sombra. Y requiere Precipitaciones anuales entre 600 – 1.600 milímetros (Viloria, 2020).

¿Es potencialmente factible el uso de Vermi-compost con plantas nativas, como alternativa de mejorar la fertilidad de suelos disturbados afectados por actividades agropecuarias?

2 JUSTIFICACIÓN

Actualmente, la agricultura utiliza el 11% de la superficie terrestre para la producción de cultivos y la tasa de crecimiento en los últimos 50 años de superficie cultivada ha sido del 12%. La producción agrícola ha crecido entre 2,5 y 3 veces durante el mismo período (Roman & Martínez, 2013). La demanda creciente de alimentos inocuos y deterioro del ambiente, que obliga a utilizar técnicas de producción que permitan hacer uso más eficiente y sostenible de los recursos (Cruz et al., 2003).

De acuerdo a lo dicho por Domínguez en el (2004), el vermi-composteo es un proceso de descomposición que implica la interacción entre lombrices y microorganismos, las primeras son vectores cruciales que fragmentan y acondicionan el sustrato e incrementan la superficie para la actividad microbiológica. Además, el vermi-composteo es una estrategia que permite aumentar la materia orgánica de los suelos, aportar los nutrientes para los cultivos, mejorar la estructura del sistema edáfico, su estabilidad y porosidad, y elevar la capacidad de intercambio catiónico, entre otros.

Con este proyecto de enfoque ambiental, busca comprobar la efectividad del vermicompost como un fertilizante orgánico para una recuperación de zonas afectadas por actividades agropecuarias, valga como verbigracia la utilización de dos especies nativas de la región como es la Bermuda (*Cynodon dactylon*) y el Guayacán (*Bulnesia arborea*).



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Esto es un proyecto muy ambicioso con un enorme impacto, resulta perentorio buscar mejorar la calidad del suelo disturbado según la Real Academia española y va a contribuir significativamente a La sostenibilidad y al incremento de la fertilidad, siendo esto un reto para la región.

Además, hay que tener en cuenta el efecto inmediato que tendrá este proyecto en aspectos socioeconómicos y ambientales. Tal y como se puede comprobar de todo lo expuesto, también podemos subrayar que académicamente este proyecto puede utilizarse como soporte investigativo para futuros nuevos trabajos. El resultado será una respuesta o solución a problemas concretos.



3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del vermicompost en el mejoramiento de la fertilidad de suelos disturbados por actividades agropecuarias en el Departamento del Cesar.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Producir vermicompost a partir de Bovinaza y Equinaza para la aplicación en suelos disturbados por actividad agrícola.
- Analizar la caracterización físico-química y microbiológica en el laboratorio al vermicompost y suelo disturbado por actividad agrícola.
- Evaluar la respuesta del suelo disturbado por actividad agrícola sembrado dos especies nativas de la región como es la Bermuda (*Cynodon dactylon*) y el Guayacán (*Bulnesia arborea*).
- Presentar los principales resultados obtenidos de la investigación.

4 MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

▪ Antecedentes Internacionales

Sindoni y otros en el año (2009), Evaluaron el *Efecto del vermicompost como enmienda orgánica para el cultivo inicial de plantas de lechosa (Carica papaya L.) cv. 'Maradol Amarilla'* para esto establecieron ensayos de vivero y campo experimental del INIA Anzoátegui, utilizando semillas certificadas del cv. 'Maradol Amarilla'. Aplicaron un diseño experimental completamente aleatorio, con 4 tratamientos y 7 plantas (repeticiones), para un total de 28 plantas. Los tratamientos evaluados fueron: (T1) plantas propagadas en vivero en un sustrato producto de la mezcla 3:7 Capa Vegetal de suelo(CV):Vermicompost (V) y aplicación de 500 g V /planta al momento del trasplante; (T2) plantas propagadas en 100% CV y aplicación de V al momento del trasplante; (T3) plantas propagadas en 100% CV y aplicación de 100 g 12-29-12.planta-1 al momento del trasplante y (T4) plantas propagadas en 100% CV y aplicación de V al momento del trasplante más 50 g 12-29-12.planta-1. Se midió la altura de planta, diámetro de tallo, inicio de la floración, inicio de fructificación y número de frutos por planta. Con la sola aplicación de fertilización química (T3) se obtuvieron los valores más bajos para las variables evaluadas, no observándose actividad reproductiva. Los resultados indican un efecto positivo del vermicompost sobre el desarrollo y producción inicial de las plantas de lechosa.

Mogollón, Martínez, & Gilberto en el (2015), estudiaron el *Efecto de la aplicación de un vermicompost en las propiedades químicas de un suelo salino-sódico del semiárido Venezolano*. En el trabajo se evaluó el efecto de un vermicompost, elaborado con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), y sustrato de restos de alimento, broza de café, pseudotallos de plátano y estiércol equino en las propiedades de un suelo salino-sódico del Cebollas de Coro, municipio Miranda,

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

estado Falcón, Venezuela. Para el efecto en un experimento de incubación se compararon tres dosis del producto (tratamientos, T1 = testigo, T2 = 1%, T3 = 5%, T4 = 10%) durante 28 días de incubación, con mediciones los días 7, 14, 21 y 28. Se midió el pH, la conductividad eléctrica (CE), los cationes intercambiables (Ca, Mg, Na y K), y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). Todas las variables disminuyeron durante el ensayo; la CE en T4 se redujo 62% con respecto al valor promedio inicial (3.48 dS/m), el pH inicial en el suelo (8.30) se redujo a 7.5 en el mismo tratamiento, igualmente el PSI se redujo 50%. La adición de este producto orgánico demostró ser una buena estrategia para la recuperación integral de suelos salino-sódicos en la región de estudio.

▪ **Antecedentes Nacionales**

Guauque, en el (2017), realizó la *Comparación del proceso de vermicompostaje con la especie Lombriz roja Californiana (Eisenia fétida) desde la variación de los residuos orgánicos*. Para esto se hizo la comparación de tres experimentos de vermicompostaje con la especie Eisenia fétida en Colombia, los residuos usados fueron pulpa de café sola, combinada con mucilago y restos de cultivo y post cultivo de rosas. Se identificó que para obtener un producto final con buen contenido de materia orgánica y un pH neutro, es necesario hacer un tratamiento previo al residuo con el que se va alimentar la lombriz. Además, se planteó un mejor proceso, del análisis hecho a los experimentos. Se recomendó los residuos que mejor resultados pueden dar en el vermicompostaje de acuerdo a su composición química.

▪ **Antecedentes Locales**



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Castillo en el (2010), desarrollo un *Análisis de lombricompuestos a partir de diferentes sustratos en el municipio de Codazzi, Cesar*. Para esto se llevó a cabo un ensayo con diferentes sustratos como alimento de lombriz roja californiana (*Eiseinia foetida*) con el fin de evaluar cuál de los diferentes sustratos ofrecía un mejor producto (lombricompuesto) final y a la vez se pretendió obtener una forma fácil de determinar cuando el lombricompuesto estaba listo para ser utilizado. El trabajo se realizó en el Municipio de Codazzi, Cesar, Colombia situado a 180 m.s.n.m, temperatura promedio de 28 °C y una humedad relativa entre 60 a 65%. Los resultados obtenidos mostraron que los sustratos no muestran diferencia entre ellos en cuanto a la calidad del producto final, pero si evidencian una gran influencia sobre el comportamiento y la supervivencia de las lombrices, ya que algunos de estos sustratos afectan el normal desarrollo de las mismas, especialmente en la reproducción. Tal vez, una forma de determinar si el lombricompuesto está listo, es el contenido de CO₂ del producto final obtenido, obviamente unido a temperaturas bajas estables.

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 El suelo

El suelo es la capa superficial de la tierra y constituye el medio en el cual crecen las plantas. Es capaz de aportar los nutrientes fundamentales para el crecimiento de los vegetales y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan. También en el suelo las raíces encuentran el aire necesario para vivir. El suelo se extiende tanto en superficie como en profundidad; consta de varias capas llamadas horizontes, aproximadamente paralelas a la superficie. Cada uno de los horizontes del suelo tiene distintas propiedades físicas y químicas, lo que se refleja en su aspecto. (Instituto Nacional de Innovación Agraria(INIA), 2015).

La forma (tipo), el tamaño (clase) y la resistencia (grado) constituyen parámetros para clasificar la estructura de los suelos (Quiroga & Bono, 2012).

4.2.1.1 Componentes del suelo

El suelo puede ser considerado como un sistema disperso en el que pueden diferenciarse tres fases: (López, 2006).

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

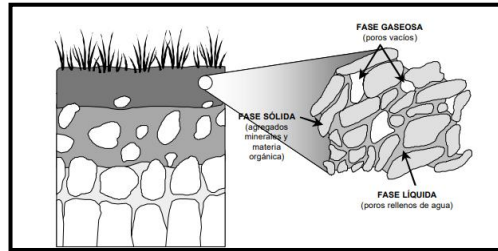


Ilustración 1 Esquema de las fases del suelo

Fuente: (López, 2006)

Fase sólida

La fase sólida es la predominante en el suelo y está constituida por los productos de la roca madre. Contiene minerales (principalmente óxidos de silicio, aluminio y hierro) y materia orgánica (organismos vivos en gran actividad química y biológica, y organismos muertos en diferente etapa de descomposición). (Peña & Hernández, 2009).

Los minerales constituyen la base del armazón sólido que soporta al suelo. Cuantitativamente en un suelo normal la fracción mineral representa de un 45-49% del volumen del suelo. Pero dentro de la fase sólida constituyen, para un suelo representativo, del orden del 90-99% (el 10-1% restante corresponde a la materia orgánica). (López, 2006).

La fase sólida representa la fase más estable del suelo y por tanto es la más representativa y la más ampliamente estudiada. Es una fase muy heterogénea, formada por constituyentes inorgánico y orgánico. La fase sólida constituye el esqueleto o matriz del suelo. La disposición de las partículas del esqueleto permite la existencia de una cantidad variable de poros. Como promedio, un suelo cultivado contiene, aproximadamente un 45% de materia mineral, un 5% de materia orgánica, un 15-35% de agua y el resto, de aire. (Peña & Hernández, 2009).

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

4.2.1.2 Fertilidad de los suelos

Cuando se habla de “fertilidad” de un suelo se aborda el recurso edáfico desde la perspectiva de la producción de cultivos. Así, la fertilidad de un suelo es la capacidad que tiene el mismo de sostener la del crecimiento de los cultivos o ganado. Esta es una definición agronómica. La fertilidad de un suelo depende principalmente de su contenido en materia orgánica, de su textura y material parental. A mayor contenido de materia orgánica más fértil es el suelo, ya que es a partir de ella que los microorganismos que viven en el suelo liberan elementos nutritivos para las plantas. Por su parte cuanto más arcilloso es un suelo mayor fertilidad tiene, ya que posee más capacidad para retener nutrientes (Instituto Nacional de Innovación Agraria(INIA), 2015).

Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. (Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (FIAT), 2002).

4.2.2 Compostaje

El compost es el producto de la descomposición natural de la materia orgánica hecha por los organismos descomponedores (bacterias, hongos) y por pequeños animales detritívoros, como lombrices y escarabajos (Ministerio de medio ambiente de España, 2004).

El compost garantiza a las plantas una reserva de sustancias nutritivas; favorece la absorción y retención de agua; facilita la circulación del aire y limita los cambios bruscos tanto de temperatura como de humedad. (Amigos de la tierra).

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

No obstante, el abono orgánico / la materia orgánica por sí solo no es suficiente (y a menudo no es disponible en grandes cantidades) para lograr el nivel de producción que el agricultor desea. Los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente. Aún en países en los cuales una alta proporción de desperdicios orgánicos se utiliza como abono y suministro de material orgánico, el consumo de fertilizantes minerales se ha elevado constantemente (Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (FIAT), 2002).

4.2.2.1 Fases del compostaje

Las diferentes fases del compostaje se dividen según la temperatura, en: (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

- **Fase Mesófila.** El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).
- **Fase Termófila o de Higienización.** Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

- **Fase de Enfriamiento o Mesófila II.** Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista (Figura 4). Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.
- **Fase de Maduración.** Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

4.2.3 Vermicompostaje

Es el proceso en el cual las lombrices de tierra, intervienen en la degradación de los residuos orgánicos, estos pueden ser agrícolas, orgánicos domésticos, lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, estiércol de animales y residuos de comida, Lo han demostrado en sus investigaciones. El vermicompostaje es la consecuencia de la interacción de las lombrices y los microorganismos. Los encargados de la degradación de los residuos son los microorganismos y las lombrices se encargan de la fragmentación, aireación y homogenización del sustrato, es decir, que lo acondicionan para la actividad microbiológica, ya que, modifican sus propiedades fisicoquímicas y biológicas, esto lo hacen mientras se alimentan, se desplazan y cuando generan su excremento (Guauque, 2017).

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

4.2.3.1 Vermicompostador

Existen varios modelos de vermicompostadores, pero nosotros preferimos, por su manejo y comodidad para tenerlo en casa, uno de “tipo de bandejas”. El vermicompostador está formado por varias bandejas, unas encima de otras, que presentan multitud de agujeros que permiten el paso de las lombrices entre los distintos niveles. La parte inferior es un depósito de líquidos y tiene un grifo para la salida del lixiviado. En la parte superior tiene una tapa con pequeñas aberturas para la entrada de aire. Si existiera un exceso de humedad, las lombrices no podrían respirar. Por este motivo dispone del sistema de recogida de lixiviados anteriormente comentado. La humedad sobrante de los distintos materiales escurrirá hasta el depósito, arrastrando multitud de nutrientes presentes en los materiales del proceso. Por tanto este líquido lo podemos utilizar para regar y abonar nuestras plantas. (Santos & Urquiaga, 2013).

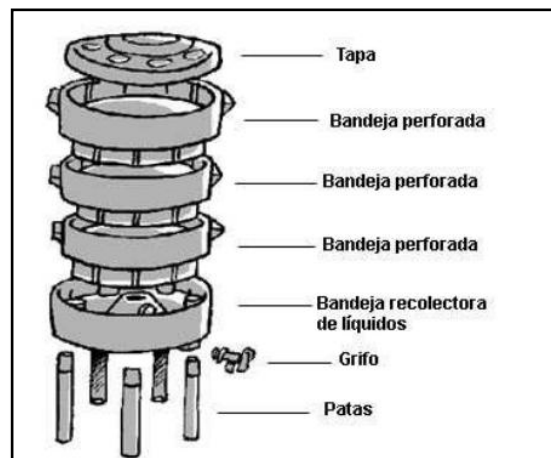


Ilustración 2. El vermicompostador

Fuente: (Santos & Urquiaga, 2013)

4.2.3.2 Proceso de vermicompostaje

El proceso de vermicompostaje doméstico se realiza en un cubo que, por su diseño, facilita las condiciones idóneas para la vida de las lombrices. Además, de esta manera resulta más cómodo y permite realizar el proceso fácilmente en espacios reducidos (Santos & Urquiaga, 2013).

La puesta en marcha se da de la siguiente manera: (Castillo, 2010)

- La bandeja inferior debe estar vacía, ya que es para la recogida de líquidos, por lo que nunca echaremos materia orgánica en ella
- En la siguiente bandeja tenemos que colocar una cama inicial para nuestras lombrices.
- Iremos aportando restos de materia orgánica en función del número de lombrices que tengamos. No es conveniente aportar más cantidad de la que las lombrices pueden descomponer en poco tiempo, porque se iniciará el proceso de fermentación antes que las lombrices lo digieran.
- Una vez que en la primera bandeja está el humus listo, comenzaremos a utilizar la segunda bandeja. En este caso la cama será del humus que hemos obtenido junto con restos de materia orgánica.
- Se debe mantener y comprobar frecuentemente que exista un alto grado de humedad; por tanto, puede ser necesario humedecer la bandeja en los meses de verano.
- Es aconsejable que los restos orgánicos estén lo más troceados posible, ya que de esta manera facilitamos a las lombrices la ingestión del alimento. También para nosotros es más cómodo remover los restos.

Tabla 1. Cambios en las propiedades del sustrato por las lombrices

Propiedades	Cambios
Físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Fragmentación • Porosidad • Aumenta el área para la descomposición microbiana • Aireación
Químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización de la materia orgánica • Ciclo de nutrientes (N y P) • Mejora el PH del suelo
Biológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Elimina bacterias de los excrementos, disminuyendo la cantidad de patógenos. • Los microorganismos de las deyecciones de la lombriz modifican el proceso de descomposición.

Fuente: Guauque (2017)

4.2.3.3 La lombriz roja de California o *Eisenia foetida*

Es la principal protagonista en este proceso. Esta lombriz es el resultado del cruce de otras especies para conseguir una variedad que sea capaz de tener un gran rendimiento en la producción de humus. Se alimenta de gran diversidad de restos orgánicos, que transforma en humus de lombriz o vermicompost (Santos & Urquiaga, 2013).

El origen de esta lombriz es euro-asiático, y se llevó al continente americano en la época de la colonización. Así, no existe ningún riesgo si se liberan estas lombrices en el suelo, ya que se encuentran de manera natural en nuestros ecosistemas. (Vermican).

Varios autores han estudiado la especie y concuerdan en que en condiciones óptimas, el ciclo de vida, es desde que pone el capullo hasta que esta sexualmente madura (clitelada). La generación de capullos dura 45 a 51 días, su crecimiento hasta ser adultas dura 21 a 30 días. Cada 7 días se aparean, su fecundación es cruzada, se producen 2 cocones (contiene los huevos) por cada acto sexual, de cada cocón nacen de 2 a 6 lombrices (Guauque, 2017).



Ilustración 3. Lombriz roja californiana

Fuente: Santos & Urquiaga (2013)

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Abono orgánico: el abono orgánico abarca los abonos elaborados con estiércol de ganado, compost rurales y urbanos, otros desechos de origen animal y residuos de cultivos. Los abonos orgánicos son materiales cuya eficacia para mejorar la fertilidad y la productividad de los suelos ha sido demostrada (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Aeróbico: proceso que ocurre en presencia de oxígeno. Para que un compost funcione con éxito se debe proporcionar suficiente oxígeno para que mantenga el proceso aeróbico. (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Anaeróbico: proceso que ocurre en ausencia de oxígeno. Si esto ocurre durante el proceso de compostaje, éste se ralentiza (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Compostaje: es un proceso tecnológico industrializado, no excesivamente complejo, técnica y económicamente viable, poco contaminante, y que, además, tiene mayor aceptación social en comparación con el vertido controlado o la incineración. (mendoza, 2010).

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Descomposición: degradación de la materia orgánica. (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Humus: materia orgánica descompuesta, amorfa y de color marrón oscuro de los suelos, que ha perdido todo indicio de la estructura y la composición de la materia vegetal y animal a partir de la que se originó. (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Microorganismos: organismos vivos microscópicos (hongos, incluyendo levaduras, bacterias incluyendo actino bacterias, protozoos como nematodos etc.). (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Residuo: incluye a todo aquel material generado por las actividades de producción y consumo que no alcanza, en el contexto en que es producido, ningún valor económico, siendo necesario por tanto su recogida y tratamiento por razones de salud y de contaminación ambiental (mendoza, 2010)

Vermicompostaje: Es el proceso en el cual las lombrices de tierra, intervienen en la degradación de los residuos orgánicos, estos pueden ser agrícolas, orgánicos domésticos, lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, estiércol de animales y residuos de comida. (Guauque, 2017).

4.3.1 Características del Guayacán (*Bulnesia arborea*)



1. Flor, arbol, semilla

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

- a. Descripción taxonomica: Familia: Zygothylaceae
Nombre científico: *Bulnesia arbórea*. Nombre local: Guayacán de bola.
- b. Descripción botanica: El árbol Guayacán es de tamaño moderado el cual típicamente alcanza los 20 metros de altura máxima, aunque en condiciones silvestres llega a medir un poco más. Su tronco se caracteriza por ser recto y libre de ramas en los primero 4,5 a 6 metros. Sus ramas se extienden de manera densa y extensa formando una corona finamente ramificada, se debe tener cuenta que este árbol llega a tener mayor extensión que altura. Sus hojas son pinnadas e incluso opuestas, color verde oliva, las cuales llegan a medir 12 cm de largo con 7-14 pares de foliolos. Sus flores nacen en los racimos terminales y una vez florecidas son grandes, de 5 pétalos, de aproximadamente 7 cm de diámetro, de un color entre amarillo y dorado que resulta muy vistoso.
- c. Propagación de semillas: Sus frutos consisten en 5 cápsulas ampliamente aladas, cada uno con una sola semilla, la propagación de semillas se dice que es difícil.
- d. Usos: Es una especie muy valorada por su uso de madera, esta se caracteriza por de color verdoso-marrón, bastante densa, durable, auto lubricante, aromática la cual tiene múltiples usos, tales como la manufactura de mangos de herramientas. Este es un árbol tropical muy atractivos debido a sus grandes flores amarillas las cuales están presentes por varios meses. La madera es utilizada en construcciones civiles y navales.
- e. Aplicaciones: de paisajismo incluyen estar ubicado en debajo de tendidos eléctricos, como un espécimen o muestra, para dar sombra en patios o parques o en las aceras a lo largo de las calles.
- f. Climas: Seca, Húmeda, con un rango altitudinal de 0 - 1000 msnm, 1001 - 1500 msnm, 1501 - 2000 msnm. El Guayacán (*bulnesia arbórea*) tolera

suelos pobres pero estos deben estar bien drenados. Lo arboles jóvenes necesitan de riego y agua constante para formar su tronco y corona.

- g. Suelos: El Guayacán (*bulnesia arbórea*) tolera suelos pobres pero estos deben estar bien drenados. Lo arboles jóvenes necesitan de riego y agua constante para formar su tronco y corona (Wholesale, Tree World Wholesale, 2008).

4.3.2. Características de la Bermuda (*Cynodon dactylon*)



Figura 2. Arbol, semilla, flor

a. Descripción taxonomica: familia: Poaceae. Nombre científico: *Cynodon dactylon*. Nombre local: Bermuda, césped, agramen, gramón, gramilla, Pasto, Pasto bermuda, Pasto estrella, Pata de gallo.

b. Descripción Botánica: Las hojas son verde grisáceas (sin stress hídrico recuperan un verde intenso), cortas, de 4 15 cm de long. Con bordes fuertes membranosos; vainas de 1,5 a 7 cm de largo, generalmente más cortas que los entrenudos, vilosas en el ápice, las inferiores quilladas, lígulas membranosas, cilioladas, de 0,2 a 0,3 mm de largo, a veces vilosas en el dorso, láminas de 0,5 a 6,5 cm de largo por 1 a 3,5 mm de ancho, aplanadas, en ocasiones dobladas, escabiúsculas (poco ásperas), generalmente vilosas detrás de la lígula y en los márgenes inferiores, ocasionalmente en ambas superficies.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Los tallos erectos o decumbentes, pueden crecer de 1 a 30 cm (raramente hasta 9 dm) de altura. Los tallos son ligeramente achatados, a veces con pintas púrpuras.

Las inflorescencias tienen espigas (3) 4 a 6, de 1,5 a 6 cm de largo, distribuidas en un verticilo, usualmente radiadas. Las espiguilla/flores: espiguillas de 2 a 3 mm de largo, presas del raquis e imbricadas, verde violáceas, glumas de 1 a 3 mm de largo, glabras, la primera falcada (en forma de hoz), la segunda lanceolada; lema de 2 a 3 mm de largo, fuertemente doblada y aquillada, sin arista u ocasionalmente con un corto mucrón, pálea glabra tan larga o un poco más corta que la lema; raquilla prolongada, desnuda o llevando una segunda flor masculina o rudimentaria.

Tiene un sistema radicular muy profundo; en sequía con perfil de suelo penetrable, las raíces pueden crecer a más de 2 m de profundidad, aunque la mayoría de la masa radicular está a menos de 6 dm bajo la superficie. Los tallos reptan por el suelo, y de nódulos salen nuevas raíces, formando densas matas.

c. Propagación de semillas: Se puede propagar utilizando semilla sexual o vegetativamente por medio de rizomas o estolones), utilizando por hectárea de 5 a 10 kilos de semilla, se recomienda realizar su establecimiento en terrenos bien preparados, que sean finos y libres de malezas.

d. Usos: Esta especie se puede utilizar en pastoreo rotacional o para corte y acarreo, además se puede conservar en forma de heno y ensilaje. También puede proporcionar un Stan Dover útil o feed diferido el cual es muy valioso para la conservar el suelo.

e. Aplicaciones: se puede utilizar como césped y como cultivo de cobertura de otros cultivos en huertos.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

f. Climas: Temperaturas entre 17 – 27 °C, no tolera la sombra y se presenta una rápida disminución en su rendimiento cuando se incrementa la sombra. Y requiere Precipitaciones anuales entre 600 – 1.600 milímetros.

g. Suelos: Crece bien en una amplia gama de suelos, pero se desarrolla mejor en suelos fértiles y bien drenados, con pH 5,5 – 8.0. Tolerancia bien salinidad, pero no tolera un alto contenido de aluminio en el terreno. Alturas de 0 – 1800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m).

4.4 MARCO CONTEXTUAL

4.4.1 Departamento del Cesar

El Cesar es uno de los 32 departamentos de Colombia. Está situado en la zona noreste del país, posee una extensión de 22.905 km² y una población de 1.041.203 habitantes (Gobernación del Cesar, 2018). Limita al norte con los departamentos de La Guajira y Magdalena; al sur con Bolívar, Santander y Norte de Santander; y por el este con Norte de Santander y la República Bolivariana de Venezuela. Sus coordenadas son 07°41'16" y 10°52'14" de latitud norte y 72°53'27" y 74°08'28" de longitud oeste. Su capital es Valledupar (Gobernación del Cesar, 2018). El presente estudio se realizará en el Corregimiento del Perro ubicado en su zona sur, entre el piedemonte de la Sierra Nevada de Santa Marta y el río Cesar, en el departamento del Cesar.



Ilustración 4. Ubicación geográfica departamento del Cesar

Fuente: Google maps (2018)

4.4.1.1 Usos del suelo

El suelo se utiliza fundamentalmente en actividades pecuarias, principalmente ganadería, en las zonas planas del Departamento y en la agricultura de subsistencia en las zonas montañosas, procesos que han sido acompañados por el auge de la agroindustria y la minería en las zonas planas (Gobernación del Cesar, 2012).

Desde el año de 1995 al 2013 se ha presentado un cambio de enfoque del uso del suelo en el departamento de Cesar, resaltándose el incremento de las áreas dedicadas a la conservación y protección de bosques, así como también, de cultivos semi-intensivos, transitorios y perennes, Sin embargo, se estima que en el pasado el 90% de los suelos de mayor potencial agropecuario del departamento de Cesar han sufrido procesos degradativos, representando una pérdida de su capacidad productiva y de competitividad (Bonilla, 2009).

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

El uso indiscriminado de maquinaria agrícola es considerado otra causa de la compactación de los suelos en la región Caribe. En consecuencia, se han reducido las tasas de infiltración y la retención de humedad edáfica, restringiendo el crecimiento de las raíces de las plantas (Bonilla, 2009).

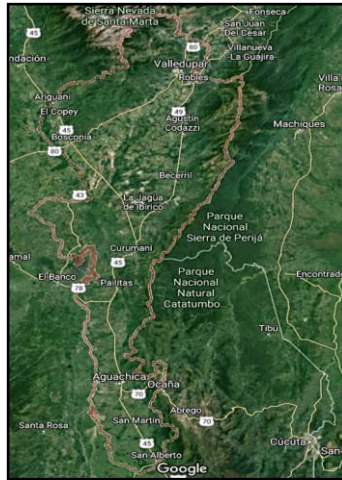


Ilustración 5 Vista satelital departamento del Cesar

Fuente: Google maps (2018)

El clima actúa como el control primario para la distribución de los ecosistemas, incluyendo el nivel de eco regiones. Los cambios climáticos durante los últimos 500.000 años han producido cambios dramáticos en la tierra, redistribuyendo los diferentes ecos regiones. Los ciclos de Milankovitch caracterizan el cambio climático de largo plazo y son atribuidos a los cambios en configuración y posición de los continentes, junto con el levantamiento de cadenas montañosas, la actividad volcánica, y el aumento de la radiación solar. Al basarse las eco regiones en el clima, éstas también son clasificadas como regiones hidrológicas, ya que existe una relación entre las características del ambiente usado para delimitar la eco región y sus propiedades hidrológicas (Gobernacion del Cesar, 2012).

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Tabla 2. Ecorregiones departamento del Cesar

Nombre Ecoregión	Municipios
Sierra Nevada de Santa Marta	El Copey, Pueblo Bello, Bosconia y Valledupar. Se incluyen los territorios establecidos por ley de los grupos étnicos ancestrales, ubicándose para la subregión en el macizo montañoso de la Sierra los resguardos Arhuaco, Kogui- Malayo-Arhuaco, Wiwa y Kankuamo. Función estratégica: Biodiversidad y ecología
Serranía del Perijá.	La Paz, Manaure, San Diego, Codazzi, Beceril, La Jagua de Ibirico, Chiriguana, Curumaní, Chimichagua, Pailitas, Pelaya, Aguachica, San Martín, San Alberto, Río de Oro y González. Función estratégica: Ecológica, provisión de bienes y servicios ambientales.
Valle del Río Cesar	Agustín Codazzi, Astrea, Beceril; Bosconia, Chimichagua, Chiriguana, Curumaní, El Copey, El Paso, La Jagua de Ibirico, La Paz, Pailitas, San Diego y Valledupar. Función estratégica: Producción económica
Ciénaga de Zapatosa y Humedales Menores	Chimichagua, Chiriguana, El Paso, Curumaní, Tamalameque, La Gloria, Aguachica, Pelaya, Gamarra. Función estratégica: Ecológica
Valle del Río Magdalena	Aguachica, Chimichagua, Gamarra, La Gloria, Pailitas, Pelaya, Río de Oro, San Alberto, San Martín y Tamalameque. Función estratégica: Producción económica vinculada con el sector agropecuario.

Fuente: Gobernación del Cesar, 2012



4.5 MARCO LEGAL

Tabla 3. Marco legal del recurso suelo en Colombia

NORMA	DESCRIPCIÓN
LEYES	
Ley 2 de 1959	Para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, se establecen con carácter de "Zonas Forestales Protectoras" y "Bosques de Interés General"
Ley 23 de 1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones.
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias. Título I, De la protección del medio ambiente
Ley 99 de 1993	crea el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, le asigna dentro de sus funciones la de establecer los criterios ambientales que deben ser incorporados en la formulación de las políticas sectoriales y en los procesos de planificación de los demás Ministerios y entidades.
Ley 388 de 1997	Artículo 30 Suelo urbano Artículo 31 Suelo de expansión Artículo 32 Suelo rural Artículo 33 Suelo suburbano Artículo 34 Suelo de protección
Ley 1064 de 2006	Dictó normas para el apoyo y fortalecimiento de la educación para el trabajo y el desarrollo humano establecida como educación no formal en la Ley General de Educación, lo cual contribuye al fortalecimiento de los procesos de educación y capacitación para la gestión sostenible del suelo.
DECRETOS	
Decreto 2811 de 1974	Reglamenta lo referente al uso, adecuación y restauración de los suelos que se encuentre en explotación, aplicación inadecuada, sujetos a limitaciones físico químicas, y con explotación inadecuada. En ese punto, los proyectos de adecuación o restauración de suelos deberán fundamentarse en estudios técnicos de los cuales se induzca que no hay deterioro para los ecosistemas. Dichos proyectos requerirán aprobación.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Decreto 1743 de 1994	Instituyó el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal y fijó criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal.
Decreto 2372 de 2010	Reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con la reglamentación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales relacionados con este. Asimismo, señala el objeto, definiciones, principios, coordinación del Sinap, subsistemas de gestión de áreas protegidas, áreas protegidas, distritos de conservación de suelos, suelo de protección y zonificación del sistema en comento.
Decreto 1076 de 2015	Compila las disposiciones reglamentarias del Sector Ambiente. Establece las obligaciones de los propietarios de los predios en relación con la protección y conservación de suelos. (Artículos 2.2.1.1.18.6 y 2.2.1.1.18.7).
RESOLUCIONES	
Resolución No. 00150 de 2003	Por la cual se adopta el reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos para Colombia.
Resolución 170 de 2009	Declara en Colombia el año 2009 como año de los suelos y el día 17 de junio como día nacional de los suelos. Establece acciones tendientes a la conservación de los suelos, las cuales estarán a cargo del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Fuente: Autor, 2019



5 MARCO METODOLOGICO

En este capítulo se desarrollará los aspectos metodológicos aplicados que permitirá determinar el efecto de Vermicompost sobre los suelos afectados por la actividad agrícola en el departamento del Cesar.

5.1 Línea de investigación

Sostenibilidad y gestión ambiental

5.2 Sublínea de investigación

Suelos

5.3 Tipo de investigación

Este proyecto se enmarca en una investigación de tipo experimental, el cual se presenta con el propósito de determinar la relación causa-efecto del vermicompost en el suelo disturbado por la actividad agropecuaria en el departamento del Cesar, utilizando como indicador dos especies nativas de la región como es la Bermuda (*Cynodon dactylon*) y el Guayacán (*Bulnesia arbórea*)

5.4 Nivel de investigación

El nivel de la investigación esta soportada el estudio experimental.

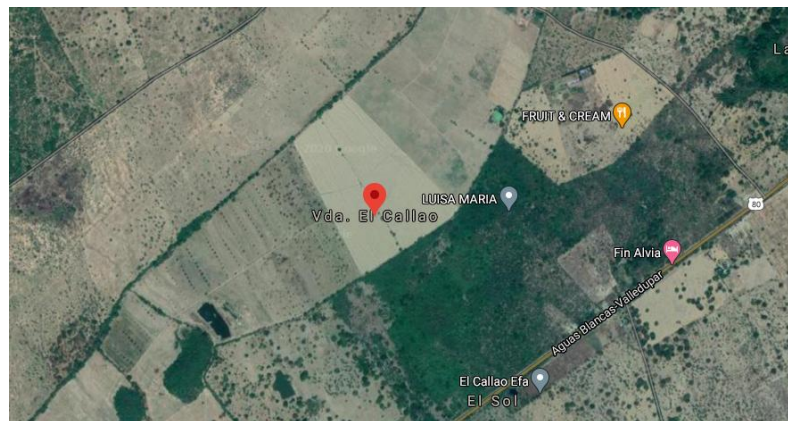
5.5 PROCESO PRODUCCION VERICOMPOST

De aquí se empieza a ramificar el desarrollo al primer objetivo específico, dando los lineamientos necesarios para la producción del vermicompost a partir de Bovinaza y Equinaza para la aplicación en suelos disturbados por actividad agropecuarias.

5.5.1 Determinación zona para la producción del vermicompost

Inicialmente mediante reuniones con el grupo de investigación de Energía, Ambiente y Biotecnología de la universidad popular del Cesar- CIDTEC, se logró la asignación y acceso a la Granja Experimental (UPC), propiedad de la universidad. Esta granja se encuentra ubicada en el municipio de Valledupar, específicamente en la vereda Callao en la vía hacia el corregimiento de Valencia de Jesús. Aproximadamente la zona presenta una temperatura de 29°C. La actividad de estos suelos es agropecuaria y también zonas forestales no intervenidas.

Figura 1. Granja Experimental (UPC) Valledupar



Fuente: <https://www.google.com/maps>

5.1.2 Fabricación Cunas Artesanales

Para dar continuidad a este proceso se fabricaron tres camas artesanales necesarias para la producción del vermicompost. Cada una de las camas tenía una dimensión que oscilaban entre 80cm*120 cm*80 cm. De igual manera también fue necesario la compra de 2 tanques plásticos, también llamado cunas o vermicompostera.



1.1 Ubicación y Muestreo Suelo Disturbado

Luego se realizó el muestreo al suelo natural disturbado. Estas muestras fueron extraídas de la finca llamada “Mis Amores” del corregimiento El Perro de Valledupar, su topografía es plana, con una temperatura media de 32°C y se encuentra a 70 msnm, donde las actividades de estos suelos son de uso agropecuario, con ganadería bovina, porcina, ovina y avicultura (Valledupar, 2002).



En el proceso de extracción, se utilizó la metodología de muestro en “X”. Se estableció en la parcela un perímetro de 80x22m. Inmediatamente después, se procedió con la determinación de los 5 puntos con una profundidad en cada uno de aproximadamente 30 cm. Cabe destacar, que en cada punto de extracción se logró obtener 16 Kg. Con un total de las muestras recolectadas 80 Kg.

Seguidamente, fue necesario la recolección de 2 kg del suelo natural disturbado, donde se realizó un análisis Físico/Químico y adicionalmente 2 Kg para el análisis germinación. Las muestras fueron empacadas en bolsas resellables Ziploc y debidamente rotuladas.

1.2 Recolección Semillas Bermuda (*Cynodon dactylon*) y Guayacán (*Bulnesia arbórea*).

Posteriormente, se realizó la recolección de semillas en la Granja Experimental (UPC), de Guayacán (*Bulnesia arbórea*) se empacaron en bolsas Resellables Ziploc debidamente rotuladas. Las semillas de Bermuda (*Cynodon dactylon*) fueron

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

compradas en almacén agropecuario, debido a que este pasto no es común en la zona del cesar.

Figura 2. Semillas Bermuda (cynodon dactylon) y Guayacán (bulnesia arbórea)



Fuente: Autor

2 ANALISIS FÍSICO-QUÍMICO

El proyecto se desarrolló en dos (2) etapas que permitieron el cumplimiento del segundo objetivo específico que comprende el análisis y la caracterización físico-química en el laboratorio al vermicompost y suelo disturbado por actividades agropecuarias. A continuación, se describe cada una de las etapas:

5.5.2 Etapa 1: Caracterización físico-química y microbiológica del vermicompost y del suelo disturbado por actividad agropecuario.

5.5.2.1 Obtención del vermicompost

En la primera fase del proyecto el vermicompost se produjo por medio de lechos de tamaños rectangulares con dimensiones de (1,20 x 30) cm, teniendo en cuenta que la materia orgánica principal es Bovinaza (Estiércol de bovinos).

Evidentemente, en el inicio del vermicompostaje se cotejó algunas condiciones que para trabajar adecuadamente:

- ✓ Elementos de protección personal (EPP)
- ✓ Terreno de fácil acceso.
- ✓ Se encuentren áreas de drenaje para lixiviados.
- ✓ Contar con las herramientas necesarias a lo largo del proceso de volteo.
- ✓ Preferiblemente contar con un tamiz para mejorar la calidad de nuestro producto generado.

A partir de este momento, se lleva la materia orgánica a pre-condicionar, que consistió en la composición de la materia prima y que ayudó a los organismos en el proceso de degradación.

Además de todo lo citado se pudo establecer, de igual manera, determinar las siguientes etapas:

- I. Se llevaron los lechos (Bovinaza y Equinaza) de la materia orgánica a las cunas artesanales (pre-acondicionado).
- II. Se añadieron las lombrices Lombriz roja de california (*Eisenia foetida*), encima de la capa que estaba en la parte superior del lecho.
- III. Allí se realizó el volteo semanal para mantener el oxígeno dentro de nuestro humus.
- IV. Se realizó un control de parámetros, teniendo en cuenta la humedad y temperatura (75 % y 80 %).
- V. Luego de 120 días se obtuvo nuestro vermicompost.

5.5.2.2 Caracterización del vermicompost y del suelo

Después de la recolección de las muestras del suelo disturbado y el vermi-compost, se iniciaron las pruebas necesarias en el laboratorio de la Universidad Popular de Cesar. Dicho lo anterior, también es importante destacar que fue necesario la extracción de la temperatura ambiente de las muestras tomadas (Suelo disturbado + vermicompost) aproximadamente 2 días “48 Horas”. Tras el paso anterior, luego se trituraron y posteriormente se tamizó con una malla de 2mm.

En la siguiente tabla se resumen las principales características evaluadas y las diferentes técnicas aplicadas:

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Tabla 4. Técnicas y/o Métodos aplicados para el análisis Físicoquímico del vermicompost y el suelo agropecuario.

PROPIEDADES	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA y/o MÉTODO
	Color	Valor, tabla de Munsell	Tabla de Munsell, 1990
	Densidad real	g/ml	Método del picnómetro de agua, 2002
	Densidad aparente	g/ml	Método de la probeta.
	Retención de humedad	% de agua retenida.	(W.H.C. Water Holding Capacity, 1999
QUÍMICA	Fósforo	mg/Kg	Oslen modificado, 2003
	Carbono orgánico	%	Walkley-Black
	Nitrógeno	%	Kjendal modificado
	CIC	meq /100g	NTC 5268, IGAC 2010
	PH	[H3O+] 1-7 y de 7-10	Método potenciómetro.
	Conductividad	(1:5) (dS/m)	Método potenciómetro.

Fuente: Autor, 2020

5.5.2.3 Análisis físico de las muestras

Luego se aplicaron el análisis físico del suelo muestreado, teniendo en cuenta las siguientes variables:

Color: fue necesario requerir la tabla de Munsell en húmedo, el cual se fundamenta en humedecer con un spray una fracción de suelo y hacer las anotaciones para matiz, valor y croma como se da en la Carta o en Tabla de Colores de Suelo Munsell (Munsell, 2009).

Densidad Real: Mediante el uso del método del picnómetro de agua. El método del picnómetro es el más utilizado para medir la densidad real de los sólidos o gravedad



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

específica. Consiste en fijar la masa y el volumen de los sólidos del suelo a través de un frasco de volumen conocido (IGAC, 2008).

Textura: Por medio de del método de Boyoucus (1962). Este método consiste en desagregación de la parte mineral del suelo, en varias fracciones, separadas por diámetros de partículas, y la determinación de la proporción relativa de una de esas fracciones.

Capacidad de retención de agua: por intermedio del método Mataix (1999) dicho método proporciona una guía, para pesar 50 gr de suelo seco y tamizado, posterior se coloca sobre un embudo con un papel filtro previamente pesado. Paralelamente, se instala un embudo con el filtro y la muestra de suelo sobre un vaso de vidrio y se humedeció la muestra de suelo con 50 ml de agua destilada.

En cuestión de segundos, se selló el embudo con parafilm y se dejó por 16 horas.

Luego de las 16 horas se realizó pesaje del suelo mojado. En el mismo sentido, filtró y las muestras se ingresaron al horno aproximadamente por 12 horas con una estufa a 100 °C. Trascurrido el tiempo se volvió a pesar.

5.5.2.4 Análisis químico de la muestra.

pH: se utilizó el método potencio métrico, este método se basa en la comparación del potencial eléctrico producido por los iones PH⁺ en la solución con el potencial constante que produce un electrodo de referencia o patrón. Los iones de PH⁺ son medidos por un electrodo de hidrógeno. El otro elemento que sin duda tuvo un gran peso fue la medición de pH con una mezcla suelo/agua en relación 1:1 (peso/volumen) (NTC, 2004).

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): Mediante el uso del método de saturación con acetato de amonio 1 N (1 M) y pH 7,0. Este método se fundamenta en la saturación del complejo de cambio con sodio. En la determinación de la capacidad de intercambio catiónico, el suelo se satura con el ion índice, en este caso amonio, se lavó con el mismo catión para dejarlo sin sales solubles y se agregó luego solución de alcohol para mantener la prueba floculada, evitar pérdidas del catión índice por hidrólisis y se lavó solo aquella porción de este ion que está en forma soluble. Al mismo tiempo, se consiguió la extracción del suelo con una solución salina; la cantidad de este catión en el último extracto es una medida de la capacidad del intercambio catiónico (NTC, 2014).

Conductividad eléctrica: Por medio de la Norma Técnica Colombiana (NTC 5596). El método conductimétrico el cual consistió en la medición en un filtrado de la suspensión suelo / agua en relación 1:5 (peso/volumen). El resultado obtenido es corregido a una temperatura de 25 °C (NTC, 2008).

Carbono Orgánico: método Walkley-Black, se basa en oxidación del suelo mediante una solución de dicromato de potasio estandarizada, se utilizó el calor producido por la dilución de ácido sulfúrico concentrado, en la solución crómica. Se estableció por colorimetría, cuantificando el color verde del ácido crómico reducido a $\lambda_{\text{máx}} = 585 \text{ nm}$, el cual es proporcional a la materia orgánica que reacciona. Se tuvo en cuenta la curva de calibración con patrones de sacarosa R.A. (García, 2005).

Nitrógeno Total: A través del método Kjendal modificado (oxidación húmeda); este método implica dos etapas: la primera es la digestión de la muestra en presencia de

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

sustancias catalizadoras para convertir el nitrógeno del suelo en nitrógeno amoniacal y la segunda etapa es la destilación y cuantificación del nitrógeno amoniacal (NTC, 2011).

Fósforo Total: Con la ayuda del método Olsen modificado (Extracción con bicarbonato de sodio 0,5 N a pH de 8,5 y cuantificación colorimétrica con azul de molibdeno) el cual cuenta con dos etapas: la etapa 1 es la extracción por medio de una solución de bicarbonato sodio al 0,5 N y la etapa 2 que es la de cuantificación con espectrofotometría UV-Visible a una longitud de onda de 635 nm; se realizó su respectiva curva de calibración (IGAC, 2008).

5.5.3 Etapa 2: Estudio del efecto del vermicompost en el suelo agropecuario y en las especies vegetales *Cynodon dactylon* y *Bulnesia* mediante montajes de germinación y vivero.

5.5.3.1 Ensayo de germinación y toxicidad de las semillas

Otro dato para tener en cuenta fue la recolección de las semillas Guayacán (*Bulnesia arbórea*) en la vereda el Cielo “Corregimiento Valencia”. Fue así como, se seleccionaron las semillas que se hallaban en mejor estado. Y las semillas de Bermuda (*Cynodon dactylon*) fueron compradas en el ICA. Inmediatamente después se procedió con el montaje en cajas de Petri, aplicando los tratamientos descritos en la tabla, por cada caja de Petri se sembraron 10 semillas de Guayacán (*Bulnesia arbórea*) y 50 semillas de Bermuda (*Cynodon dactylon*), El tiempo de germinación fue de 15 días.

Tabla 5. Tratamientos aplicados en el montaje de germinación.

TRATAMIENTOS	SUELO %	VERMICOMPOST %
--------------	---------	----------------



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Tratamiento 1	100	0
Tratamiento 2	75	5
Tratamiento 3	50	50
Tratamiento 4	25	75
Tratamiento 5	0	100
Blanco	0	0

Fuente: Autor, 2020

5.5.3.2 Ensayo en vivero y campo

En los resultados del montaje de germinación permitió conocer las dosis deseadas de vermicompost que se aplicó en los suelos a escala vivero, para esto se tuvo en cuenta el porcentaje de germinación, crecimiento y biomasa de las especies sembradas.

Lo más importante, la siembra a escala vivero de la planta Guayacán (*Bulnesia arbórea*) se realizó en bolsas de vivero, utilizando 1,5 kg de material por bolsas, fue necesario la utilización de tres (3) semillas por bolsas y 3 réplicas por cada tratamiento. Las semillas se sembraron a una profundidad de 2 cm con respecto a superficie del suelo. Por otro lado, la siembra del pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*), se realizó la siembra en una cama con las dimensiones de 27cm de ancho por 33cm de largo, y 30lb de material con sus porcentajes correspondientes, por cada cama y 200 semillas/kg de Bermuda (*Cynodon dactylon*).

Durante 90 días se le realizó seguimiento, cada 2 días a las especies y se le realizaba el riego (Humedad) correspondiente. Una vez culminado el tiempo de ejecución, se evaluó la longitud foliar y longitud radicular utilizando una regla, además biomasa fresca y seca utilizando una balanza analítica.

Caracterización del suelo después de la siembra



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Una vez concluido el tiempo de los ensayos en campo, se caracterizó el suelo intervenido evaluando nuevamente las propiedades descritas en la tabla 4.

6 RESULTADOS

6.1 Características fisicoquímicas del vermicompost

Las características físicas y químicas iniciales del vermicompost elaborado se describen en la tabla 6, los cuales presenta un pH neutro, se encuentra categorizado como no salino ya que su conductividad eléctrica es menor a 1,20 ds/m Boulding, T,R. (1994). El contenido en carbono orgánico del suelo se encuentra en un nivel de materia orgánica alto en el Vermicompost según Bornemisza (1982). Según la norma Técnica colombiana NTC 5167 Apartes1.1 Norma Para Abonos Orgánicos y Fertilizantes, el material producido cumple con estándares de contenido de cenizas, pH, perdidas por volatilización y porcentaje de cenizas principalmente y tiene bajo nivel de carbono total y exceso de humedad, lo cual debe ser mejorado con un proceso de secado adicional del material para ser considerado un producto de calidad comercial.

Tabla 6. Características fisicoquímicas iniciales del vermicompost

PROPIEDAD	VERMICOMPOST
Nitrógeno Total (N)	0.78

Fósforo total (P ₂ O ₅)	1.51
Carbono Total Oxidable (CTO)	7.78
Relación C/N	9.97
Potasio total (K ₂ O)	0.65
Calcio total (CaO)	1.24
Magnesio total (MgO)	0.46
Hierro total (Fe)	0.42
Cobre total (Cu)	0.001
Manganeso total (Mn)	0.02
Zinc total (Zn)	0.01
Sodio total (Na)	0.05
Silicio Total (SiO ₂)	11.00
Residuo Insoluble en Ácido	14.66
pH (Sln 10%)	7.43
Densidad Real	0.688
Humedad (70oC)	61.46
Porcentaje de Cenizas (700oC)	19.92
Pérdidas por Volatilización	18.62
Conductividad Eléctrica (Relación 1:200)	0.28

En todo caso, Las características del contenido de Carbono, nitrógeno carbono orgánico, conductividad y retención de humedad hacen que el vermicompost sea un potencial acondicionador del suelo a tratar dado que fue elaborado a partir de material rico en compuestos orgánicos como la bovinaza, lo cual coincide con Ordoñez (2010), obtuvo un compost con 34% de carbono orgánico quien utilizó como materia prima estiércol de cabra. Así mismo la alta conductividad está asociada a la degradación de la materia prima con liberación de moléculas orgánicas de bajo peso, cargadas, como el ácido acético, propiónico y butírico (Quinchía y Carmona, 2004).

Adicionalmente, en la tabla 7, se describen las características del suelo en relación a las mezclas con vermicompost, donde se observa una mejora directamente proporcional del suelo en relación a la cantidad de vermicompost adicional de

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

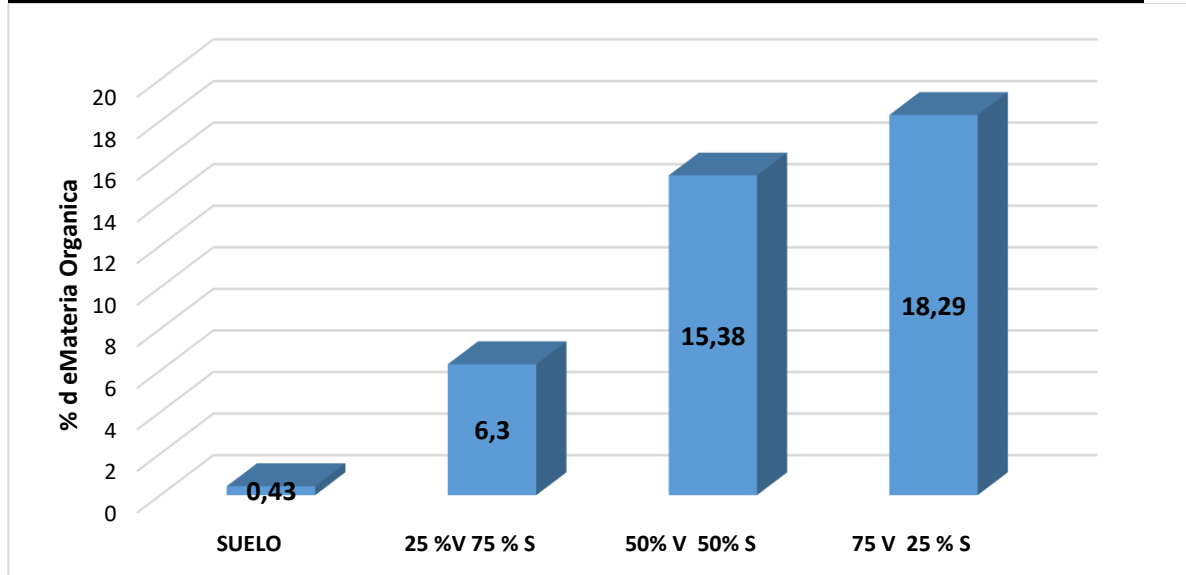
propiedades de CICE, materia orgánica, nitrógeno disponible, fósforo disponible. Por lo cual desde la adición al suelo del 25% de vermicompost se observa un cambio de Materia orgánica de 0,43 a 6,3% respectivamente (Grafica 1).

Tabla 7. Características fisicoquímicas finales del suelo y mezclas con vermicompost

Propiedad	SUELO	25 %V 75 % S	50% V 50% S	75 V 25 % S
pH	6,47	6,68	6,69	6,8
CICE	4,62	20,26	31,86	51,4
BT	4,62	20,26	31,86	51,4
MO	0,43	6,3	15,38	18,29
CO	0,25	3,65	8,92	10,61
N-Total	0,02	0,32	0,77	0,91
N-Disp	6,24	91,35	223,01	265,21
P	30,91	605,38	860,57	1.239,91
K	0,08	2,81	7,17	14,35
Ca	3,41	10,8	14,39	20,5
Mg	1	5,8	8,75	14,06
Na	0,13	0,85	1,55	2,49
S	8,16	28,89	47,42	91,96
Fe	5,31	7,71	7,24	5,66
Mn	8,96	33,63	43,36	51,75
Cu	0,41	1,16	1,14	1,51
Zn	0,33	4,91	7,46	13,21
B	0,43	1,01	1,37	2,24
K	1,73	13,87	22,5	27,92
Ca	73,81	53,31	45,17	39,88
Mg	21,64	28,63	27,46	27,35
Na	2,81	4,2	4,87	4,84
Ca/Mg	3,4	1,9	1,6	1,5
Mg/K	12,5	2,1	1,2	1
Ca/K	42,6	3,8	2	1,4
Ca+Mg/K	55,1	5,9	3,2	2,4
Ca/B	1.589,22	2.142,89	2.104,93	1.834,02

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

P/Zn	93,7	123,3	115,4	93,9
Fe/Zn	16,1	1,6	1	0,4
Fe/Mn	0,6	0,2	0,2	0,1



Grafica 1. Mejora proporcional del contenido de materia orgánica en suelo disturbado en relación a la adición de vermicompost

La materia orgánica del suelo es un factor determinante para la mejora de los suelos disturbados, ya que proporciona carbono y energía a los microorganismos del suelo, estabiliza y une a las partículas del suelo en agregados, mejora la capacidad del suelo para almacenar y permitir el flujo de agua y aire, incrementa la capacidad de intercambio catiónico y disminuye la posibilidad de compactación (Arranz González, 2011).

6.2 Respuesta de plantas Bermuda y Guayacan en suelo disturbado con tratamientos de vermicompost

En cuanto a la respuesta en laboratorio de las plantas nativas Bermuda y Guayacan como indicadores de la recuperación de la fertilidad del suelo disturbado se

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

presentan en la tabla 8. De forma general se observó diferencias significativas entre tratamientos y de estos con los testigos relativos (T5: 0%V-100%S) y absoluto (T6: 0%V-0%S), donde el mayor nivel de germinación en la planta nativa bermuda se observa en los tratamientos 1 y 2 con mayor nivel de vermicompost, mientras que en Guayacan fue mejor en la longitud foliar y radicular de la planta.

Tabla 8. Respuesta agronómica de Guayacan y Bermuda en condiciones de laboratorio a los diferentes tratamientos

Tratamientos		Germinación Bermuda	Peso Guayacan	Longitud Foliar Guayacan	Longitud Radicular Guayacan
1	100% V-0%S	48,8e	0,282c	8,14d	6,18 c
2	75V% V-25% S	48,2de	0,262bc	6,64c	4,58b
3	50V-50%S	45,6cd	0,243ab	5,12b	2,51a
4	25%V-75%S	43,4c	0,258b	5,49b	4,24b
5	0%V-100%S	27,8b	0,319d	4,57ab	4,26b
6	0%V-0%S	14,2a	0,235a	4,01a	1,85a

*Valores de una columna seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas según DUNCAN 0.05



Figura Germinación y crecimiento de Guayacan y Bermuda en condiciones de laboratorio a los diferentes tratamientos.

A nivel de campo se observa en la tabla 9. diferencias significativas entre tratamientos y de estos con los testigos, siendo notablemente favorable la germinación de Bermuda con el vermicompost, lo que puede indicar el alto potencial de esta planta nativa si se utiliza en procesos de recuperación de suelos disturbados utilizando dicha enmienda. Estudios relacionados con Bermuda indican que es una planta de alta adaptación a condiciones de sustrato (Olivera et al 2010).

Tabla 9. Germinación de Bermuda y Guayacan en campo

Tratamientos		Guayacan	Bermuda
1	100% V-0%S	3b	65c
2	75V% V-25% S	2,3b	57,7bc
3	50V-50%S	2,7b	51,7b
4	25%V-75%S	2,3b	35ba
5	0%V-100%S	1,3a	--

*Valores de una columna seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas según DUNCAN 0.05



Figura Germinación de Bermuda y Guayacan en campo

Por otro lado, *C. dactylon* es tolerante a suelos con pH bajos y alta salinidad. Las variedades de esta planta pueden crecer en suelos con pH desde 2.7. Asimismo, el rendimiento de materia seca de esta hierba no se ve afectado cuando es irrigada con agua salada (Blanco s.f).

7. CONCLUSIONES

Claramente hay varias conclusiones que se pueden deducir: teniendo en cuenta las muestras iniciales físico química del suelo disturbado y comparando los datos en el proceso de recuperación con el vermicompost, se pudo determinar que existen cambios significativos en niveles neutros en el pH y CIC.

Los resultados obtenidos en el laboratorio establecieron que el pH pasó de un rango levemente ácido 5.4 a un rango neutro de 7. Sumado a esto, también se pudo establecer los porcentajes de rango ideales del vermicompost con el suelo disturbado, con porcentajes entre el 25% y 50%.

Otro aspecto importante a destacar es que, con los resultados obtenidos se demuestra que las plantas nativas Bermuda Guayacán son favorable en el proceso de recuperación del suelo disturbado, debido a su adaptabilidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que fueron logrados los objetivos específicos establecidos dando cumplimiento así a la evaluación del vermicompost en el mejoramiento de la fertilidad de suelos disturbados por actividades agropecuarias.

RECOMENDACIONES

- ✚ Para un mayor éxito en el proceso de siembras de pasto Bermuda y Guayacán, se recomienda aplicar dosis altas de vermicompost. No obstante, para futuros estudios referentes a germinación se recomienda, extender el periodo de germinación para tener mayor garantía de las dosis.
- ✚ Comparando los resultados de germinación entre las dos especies vegetales, se recomienda utilizar el árbol Guayacán debido a que tiene una mayor facilidad de germinar y desarrollarse, aunque si se quiere disminuir la pérdida de nutrientes por la erosión de los suelos se debe tener muy en cuenta la utilización de los pastos por su capacidad de abrazar el suelo.
- ✚ De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda aplicar dosis de 75% V- 25% S con el fin de obtener un mayor incremento nutricional en el suelo, lo cual garantiza una mayor reactivación de ciclo bioquímico, en consecuencia la recuperación de los suelos será más rápida.
- ✚ Por la deficiencia de nitrógeno y potasio en el suelo, se recomienda aplicar abonos como el vermicompost para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Así mismo, por la deficiencia de Zinc y Boro, se recomienda aplicar elementos ricos en Zinc y Boro para equilibrar las relaciones catiónicas, como también para evitar necrosis y pudrición en las hojas.
- ✚ En el suelo tratado, existen minerales o elementos en exceso y deficiencias, los cuales pueden retardar el crecimiento de las plantas, por lo tanto se recomienda hacer estudios que se desarrollen a escala campo y con mayor tiempo, además hacerle seguimiento a cada propiedad para verificar si tiene un comportamiento similar y positivo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Amigos de la tierra. (s.f.). *Manual basico para hacer compost*. Obtenido de https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2015/03/compost_esp_v04.pdf
- Asociacion Internacional de la Industria de Fertilizantes (FIAT). (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Paris.
- Blanco. F. Cynodon dactylon: características, hábitat, ciclo de vida, cultivo <https://www.lifeder.com/cynodon-dactylon/>
- Castillo, J. C. (2010). *ANALISIS DE LOMBRICOMPUESTOS A PARTIR DE DIFERENTES SUSTRATOS*. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/2730/1/juancarloscastillotaco.2010.pdf>
- Conway, & Toenniessen. (1999). *Feeding the world in the twenty first nature*.
- Gobernacion del Cesar. (2012). *PLAN ESTRATÉGICO REGIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN -PERCTI*. Valledupar.
- Guauque, D. M. (2017). *COMPARACIÓN DEL PROCESO DE VERMICOMPOSTAJE CON LA ESPECIE EISENIA FÉTIDA DESDE LA VARIACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/16549/3/GuauqueSanchezDianaMarcela2017.pdf>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria(INIA). (2015). Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas. *EL SUELO*. Tacuarembó.
- López, A. J. (2006). *MANUAL DE EDAFOLOGÍA*. Sevilla. Obtenido de <http://files.infoagroconstanza.webnode.es/200000017-c2dccc3d62/edafologia%20del%20suelo.pdf>
- Mendoza, D. d. (2010). *ERMICOMPOST Y COMPOST DE RESIDUOS HORTÍCOLAS "VERMICOMPOST Y COMPOST DE RESIDUOS HORTÍCOLAS COMO COMPONENTES DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTA ORNAMENTAL Y AROMÁTICA. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y RESPUESTA VEGETAL*. valencia.
- Ministerio de medio ambiente de España. (2004). *Manual basico para hacer compost: proyecto piloto de compostaje domestico*. madrid.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Mogollón, J. P., Martínez, A. E., & Gilberto, D. (2015). Efecto de la aplicación de un vermicompost en las propiedades químicas de un suelo salino-sódico del semiárido venezolano. *Ciencias del Suelo: Química, Física, Biología, Bioquímica e Hidrología*, 315-320. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/55201/1/acag.v64n4.47115.pdf>

NTC 5167. Apartes1.1 Norma Para Abonos Organicos y Fertilizantes disponible en <https://es.scribd.com/doc/138627365/NTC-5167-Apartes1-1-Norma-Para-Abonos-Organicos-y-Fertilizantes>

Peña, C., & Hernández, J. D. (2009). *FASES Y PROPIEDADES DE LOS SUELOS*. Bogota.

OLIVERA, Yuseika et al. Caracterización morfo botánica de accesiones de la especie *Cynodon dactylon*. *Pastos y Forrajes* [online]. 2010, vol.33, n.2 [citado 2020-09-20], pp.1-1. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000200004&lng=es&nrm=iso. ISSN 0864-0394.

Ordoñez K. (2010) Produccion De Biogas A Base De Desechos Agropecuarios (Estiercol De Cabra Y Pasto.) Tesis de Maestría. Universidad autónoma agraria Antonio narro Unidad Laguna. Mexico. En: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2417/KAREN%20DENISSE%20ORDO%20DIEZ%20MORALES.pdf?sequence=1>

Quinchía, Adriana María, & Carmona, Dora María. (2004). Factibilidad De Disposición De Los Biosólidos Generados En Una Planta De Tratamiento De Aguas Residuales Combinada. *Revista EIA*, (2), 89-108. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S17941237200400020009&lng=en&tlng=en

Quiroga, A., & Bono, A. (2012). *Manual de fertilidad y evaluacion de suelos*. La pampa: INTA.

Roman, P., & Martinez, M. M. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Santiago de Chile.



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile.

Santos, S. d., & Urquiaga, R. (2013). *COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE DOMÉSTICOS*.

Sindoni, M., Hidalgo, P. R., Marcano, L., & Salcedo, F. (2009). Efecto del vermicompost como enmienda orgánica para el cultivo inicial de plantas de lechosa (*Carica papaya L.*) cv. 'Maradol Amarilla'. *Revista UDO Agrícola*.

Vermican. (s.f.). *MANUAL DE VERMICOMPOSTAJE*. Obtenido de <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/campus/doc/htmls/sostenibilidad/ManualVermicompostaje.pdf>

Yate, A. V., & Fuquene, D. M. (2017). *Vermicompostaje en el Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos*. Bogotá.

ANEXOS



bermudagerlab

	TTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
			1	2	3	4	5	
HSD Tukey ^a	6,00	5	14,2000					
	5,00	5		27,8000				
	4,00	5			43,4000			
	3,00	5			45,6000	45,6000		
	2,00	5				48,2000		
	1,00	5				48,8000		
	Sig.			1,000	1,000	,632	,246	
	Duncan ^a	6,00	5	14,2000				
5,00		5		27,8000				
4,00		5			43,4000			
3,00		5			45,6000	45,6000		
2,00		5				48,2000	48,2000	
1,00		5					48,8000	
Sig.				1,000	1,000	,132	,078	,675

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

peso guay

	TTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
--	-----	---	------------------------------	--	--	--	--



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

			1	2	3	4
HSD Tukey ^a	6,00	5	,2348			
	3,00	5	,2430			
	4,00	5	,2582	,2582		
	2,00	5	,2624	,2624		
	1,00	5		,2796		
	5,00	5			,3186	
	Sig.			,064	,231	1,000
Duncan ^a	6,00	5	,2348			
	3,00	5	,2430	,2430		
	4,00	5		,2582		
	2,00	5		,2624	,2624	
	1,00	5			,2796	
	5,00	5				,3186
	Sig.			,386	,058	,076

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

foliarguay

			Subconjunto para alfa = 0.05			
	TTO	N	1	2	3	4
HSD Tukey ^a	6,00	5	4,0152			
	5,00	5	4,5756			
	3,00	5	5,1224			
	4,00	5	5,4886	5,4886		
	2,00	5		6,6380	6,6380	
	1,00	5			8,1360	
	Sig.			,056	,206	,050
Duncan ^a	6,00	5	4,0152			
	5,00	5	4,5756	4,5756		
	3,00	5		5,1224		
	4,00	5		5,4886		
	2,00	5			6,6380	

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

1,00	5				8,1360
Sig.		,259	,086	1,000	1,000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

radiculaguay

	TTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD Tukey ^a	6,00	5	1,8516		
	3,00	5	2,5132		
	4,00	5		4,2416	
	5,00	5		4,2644	
	2,00	5		4,5858	
	1,00	5			6,1800
	Sig.			,644	,965
Duncan ^a	6,00	5	1,8516		
	3,00	5	2,5132		
	4,00	5		4,2416	
	5,00	5		4,2644	
	2,00	5		4,5858	
	1,00	5			6,1800
	Sig.			,137	,458

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

guaygercampo

Duncan^a



tto	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
5,00	3	1,3333	
2,00	3		2,3333
4,00	3		2,3333
3,00	3		2,6667
1,00	3		3,0000
Sig.		1,000	,171

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

bergercampo

Duncan^a

tto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
4,00	3	35,0000		
3,00	3		51,6667	
2,00	3		57,6667	57,6667
1,00	3			65,0000
Sig.		1,000	,127	,071

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Bogotá, D. C. 16 de septiembre de 2020

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS
PARA ABONOS Y ACONDICIONADORES ORGÁNICOS**

Nombre de la muestra: **LOTE 1**
Lote N°: **NO SUMINISTRADO**
Fecha de Formulación: **NO SUMINISTRADA**
Procedencia: **JOHAN DAVID GALINDO GAMEZ**
N° de Laboratorio: **32637**
Fecha de Ingreso: **2020-09-04**
Fecha de Ejecución del Análisis: **2020-09-12 al 2020-09-16**
Fecha de Emisión de los Resultados: **2020-09-16**

Resultados de Análisis

Aspecto de la muestra: Sólido en polvo de color café oscuro, con presencia de abundante material vegetal y de aspecto húmedo.

Parámetro Evaluado	Concentración	Unidad	Metodología Analítica de Referencia
Nitrógeno Total (N)	0.78	%	Kjeldahl - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Nitrógeno Amónico (N)	-	-	
Nitrógeno Nitrato (N)	-	-	
Nitrógeno Nitrato (N)	-	-	Colorimétrico – Método Interno LBQ-MEO-016
Fósforo total (P ₂ O ₅)	1.51	%	Colorimetría - Norma Técnica Colombiana NTC 234 y NTC 5167
Fósforo Asimilable (P ₂ O ₅)	-	-	
Fósforo Soluble en Agua (P ₂ O ₅)	-	-	
Carbono Total Oxidable (CTO)	7.78	%	Walkley Black – Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Relación C/N	9.97	-	Por cálculo matemático
Potasio total (K ₂ O)	0.65	%	Emisión Atómica – Norma Técnica NTC 202 y NTC 5167
Calcio total (CaO)	1.24	%	
Magnesio total (MgO)	0.46	%	Absorción Atómica – Norma Técnica NTC 5167 y NTC 1369
Hierro total (Fe)	0.42	%	
Cobre total (Cu)	0.001	%	
Manganeso total (Mn)	0.02	%	
Zinc total (Zn)	0.01	%	
Sodio total (Na)	0.05	%	
Molibdeno X (Mo)	-	-	
Metales Pesados X	-	-	Absorción Atómica – Norma Técnica Colombiana NTC 1369
Silicio Total (SiO ₂)	11.00	%	Absorción Atómica – Norma Técnica NTC 5167
Residuo Insoluble en Ácido	14.66	%	Gravimetría – Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Boro X (B)	-	-	Colorimetría – Norma Técnica Colombiana NTC 1860 y NTC 5167
Azufre X (S)	-	-	Turbidimetría – Norma Técnica Colombiana NTC 1154
pH (Slr 10%)	7.43	-	Potenciométrico - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Densidad Real	0.688	g/cm ³	Gravimetría – Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Densidad (20°C)	-	-	Método Interno LBQ-MEO-004
Humedad (70°C)	61.46	%	Gravimetría – Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Retención de Humedad	-	-	Gravimetría – Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Capacidad de Intercambio Catiónico	-	-	Acetato de Amonio 1N pH 7 - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Porcentaje de Cenizas (700°C)	19.92	%	Calcinación – Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Pérdidas por Volatilización	18.62	%	Cálculo matemático a partir de la Humedad y las Cenizas - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Conductividad Eléctrica (Relación 1:200)	0.28	dS/m	Conductímetro- Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Carbonatos	-	-	Volumetría - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Sólidos Insolubles en Agua	-	-	Gravimétrico – Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Solubilidad en Medio Alcalino	-	-	Gravimétrico – Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Carbono del Extracto Húmico Total (CENT)	-	-	Walkley Black – Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Carbono de Ácidos Húmicos (CAH)	-	-	
Carbono de Ácidos Fúlvicos (CAF)	-	-	
Otro: X	-	-	-

Notas:


- En el presente certificado se expiden los datos obtenidos por Agrosoil para la muestra enviada por el interesado. Agrosoil Lab no emite criterio de conformidad sobre esta.
- Este certificado no se debe reproducir de manera parcial sin la previa autorización de AGROSOIL LAB.
- Estos resultados corresponden al análisis de una muestra enviada por el interesado, AGROSOIL LAB no certifica la validez de la información suministrada por el cliente, ni certifica lote alguno, por cuanto no intervino en la toma de muestra.
- Apreciado cliente, usted tiene 60 días calendario a partir de la fecha de emisión del certificado para realizar observaciones a estos resultados, si en este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume su conformidad con la información aquí consignada.
- Los resultados emitidos son totales en base húmeda – excepto la densidad que se reporta en base seca -

Yesika Almanza Jiménez
PQ 06666
Analista químico


Tel.: 777 2411 Cel.: 311 561 0894 // E-mail: laboratorio@agrosoil.com.co // Calle 56 # 2 - 20 Entrada 2 Cazuca
Bogotá D.C. - Colombia // www.agrosoil.com.co

Aura Marcela Niño Rodríguez
PQ 2088
Director técnico de laboratorio

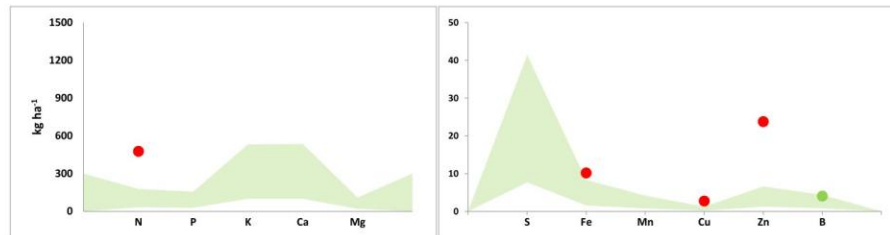
LBQ-FT-005 /V2 AMNR
2020-06-01

		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: LBS-FT-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garzón-Ejecutivo de Servicios Agronomicos Aprobó: Jose Manuel Garcia-Gerente Comercial Página: 1 de 5	
Código Análisis 80830		Fecha de recepción: 26/08/2020	Fecha de emisión del análisis: 16/09/2020		Fecha de entrega al cliente: 16/09/2020	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
Nombre: GALINDO GAMEZ JOHAN DAVID		R.Tnte: AGROSOIL LAB	Móvil: 3155300005	E-mail: johandavidgalindogomez@gmail.com		
Dpto: CESAR		M.Pio: VALLEDUPAR	Vereda: CORREGIMIENO EL PEDRO	Finca: LA GRAN PARADA		
Lote: 75 V Y 25 % S		Cultivo: Pasto	Cultivar: * cynodon dactylon bulnesia arborea	Edad: 0 Mes		
Clima: Cálido		Pendiente o inclinación: Moderadamente inclinada			7-12 %	
RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS						
Propiedades físicas						
Textura		A-F	Arenosa franca		La textura arenosa franca se asocia con baja a moderada capacidad de retención de agua, alta a moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, baja a moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, baja a moderada fertilidad del suelo.	
Arcilla			Calificación			
Limo		%				
Arena						
Da		g/cm3	0,9			
Dr		g/cm3				
Propiedades químicas						
Propiedad		Unidad	Resultado		Rango óptimo	Interpretación
					Mín	Máx
pH			6,80		5,70	6,50
CE		ds/m				
CIC						
CICE		meq/100 g	51,40			
BT			51,40		6,01	Muy alto
Composición química						
MO			18,29		4,01	Óptimo
CO		%	10,61		2,33	Óptimo
N-Total			0,91		0,81	Óptimo
N-Disp			265,21		18,47	99,17
P		mg/kg	1.239,91		16,12	86,56
K			14,35		0,14	0,76
Ca		meq/100 g	20,50		0,28	1,48
Mg			14,06		0,09	0,50
Na			2,49			
Al			-			

Propiedad		Unidad	Resultado	Rango óptimo		Calificación	Interpretación
				Mín	Máx		
S			91,96	4,29	23,01	Exceso	El exceso de azufre puede generar en el pasto amarillamiento, senescencia y abscisión de hojas, estas pueden tornarse anaranjadas.
Fe			5,66	0,86	4,61	Exceso	El exceso de hierro puede generar en el pasto hojas bronceadas o anaranjadas, atrofia de raíces y abscisión de hojas. También puede generar deficiencia de manganeso.
Mn			51,75	0,43	2,31	Exceso	El exceso de manganeso puede generar en el pasto amarillamiento, bronceado, necrosis y caída de hojas y aceleración de la maduración de la planta. También puede provocar deficiencia de hierro.
Cu		mg/kg	1,51	0,13	0,69	Exceso	El exceso de cobre puede generar en el pasto enanismo, reducción de la producción de brotes, abscisión de hojas y reducción del crecimiento en general.
Zn			13,21	0,68	3,66	Exceso	El exceso de zinc puede generar en el pasto atrofia de raíces, necrosis y abscisión de hojas y deficiencia de fósforo.
B			2,24	0,45	2,43	Óptimo	Óptimo contenido de B, solo aplicar B de mantenimiento
Cd							
Saturación de bases							
Total							Se requiere conocer la CIC
Al			-				
K			27,92	4,01	5,00	Exceso	Suelo con exceso de potasio con respecto a la CICE
Ca			39,88	60,01	70,00	Deficiente	Suelo con deficiente contenido de calcio con respecto a la CICE
Mg			27,35	15,01	20,00	Exceso	Suelo con exceso de magnesio con respecto a la CICE
Na			4,84		5,00	Ideal	Contenido ideal de sodio en el suelo
Relaciones iónicas							
Ca/Mg			1,5	1,75	4,08	Deficiencia de Ca	Posible deficiencia de calcio. Se recomienda aplicar fertilizantes cálcicos para equilibrar relaciones catiónicas
Mg/K			1,0	0,07	0,17	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca/K			1,4	0,22	0,51	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca+Mg/K			2,4	0,29	0,68	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca/B			1.834,02	1.000,00	2.000,00	Relación óptima	Óptima relación entre el calcio y el boro
P/Zn			93,9	20,30	47,37	Deficiencia de Zn	Posible deficiencia de zinc. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en zinc para equilibrar relaciones catiónicas
Fe/Zn			0,4	0,76	1,77	Deficiencia de Fe	Posible deficiencia de hierro
Fe/Mn			0,1	1,20	2,79	Deficiencia de Fe	Posible exceso de manganeso.

	FORMATO INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: LBS-FT-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garzón-Ejecutivo de Servicios Agronomicos Aprobó: Jose Manuel Garcia - Gerente Comercial Página: 3 de 5
	Código Análisis	Fecha de recepción:	Fecha de emisión del análisis:	Fecha de entrega al cliente:
80830	26/08/2020	16/09/2020	16/09/2020	

Interpretación visual de niveles nutricionales



● Exceso = encima del área sombreada
 ● Deficiencia = debajo del área sombreada
 ● Óptimo = Dentro del área sombreada
 * Puntos que no se muestren dentro de la gráfica están en exceso (por fuera de la escala)

Métodos Analíticos

Aluminio Intercambiable * Expresado en términos de acidez (Al)	Valoración ácido base, Método de Yuang (KCl)
Azufre (S)	Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Boro (B)	Colorimétrico (Azometina H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Bases de cambio (K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ y Na ⁺)	Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio
Cadmio (Cd)	No determinado
Capacidad de Intercambio catiónico (CIC)	No determinado
Conductividad Eléctrica (CE)	No determinado
Fósforo disponible (P-Disp)	Colorimétrico, Bray II
Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn)	Absorción Atómica, Extracción con DTPA
Materia Orgánica (MO)	Walkley Black
pH	Potenciométrico, relación suelo:agua 1:1
Textura	Al tacto (Organoléptico)
Densidad aparente (Da)	Terrón parafinado
Densidad real (Dr)	Cálculo matemático
Nitrógeno total (N-Total) y disponible (N-Disp), carbono orgánico (CO), bases totales, saturación de bases y relaciones iónicas.	Cálculo matemático

Observaciones

Convenciones: R.Tnte = Representante; Depto = Departamento; M.Pio = Municipio

* Cultivar hace referencia a variedad, híbrido o ecotipo.

Apreciado cliente, tenga en cuenta que:

A partir de la fecha de entrega real de los resultados cuenta con sesenta (60) días para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume la conformidad de los resultados del análisis.

La información suministrada en este informe se relaciona únicamente con la muestra de suelo entregada por el cliente, en las condiciones como fue recibida.

Se asume que el cliente realizó correctamente la recolección de la muestra de suelo. Cualquier error de muestreo en campo se reflejará en los resultados analíticos.

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin previa autorización de AGROSOIL LAB.


Aura Marcela Niño R.

Aura Marcela Niño R
QUÍMICA PQ 2088
DIRECTOR TÉCNICO LABORATORIO


ANDREA CAROLINA GARZÓN P.

Andrea Carolina Garzón
INGENIERO AGRÓNOMO
EJECUTIVO DE SERVICIOS AGRONÓMICOS

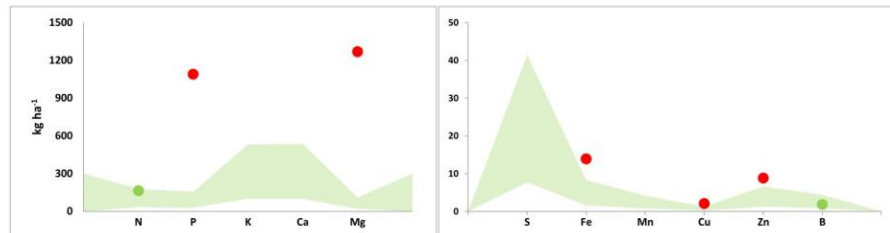


		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: LBS-FT-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garzón-Ejecutivo de Servicios Agronomicos Aprobó: Jose Manuel Garcia-Gerente Comercial Página: 1 de 5	
Código Análisis 80829		Fecha de recepción: 26/08/2020	Fecha de emisión del análisis: 16/09/2020		Fecha de entrega al cliente: 16/09/2020	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
Nombre: GALINDO GAMEZ JOHAN DAVID		R.Tnte: AGROSOIL LAB	Móvil: 3155300005	E-mail: johandavidgalindogomez@gmail.com		
Dpto: CESAR		M.Pio: VALLEDUPAR	Vereda: CORREGIMIENO EL PEDRO	Finca: LA GRAN PARADA		
Lote: 25 V Y 75 % S		Cultivo: Pasto	Cultivar: * cynodon dactylon bulnesia arborea	Edad: 0 Mes		
Clima: Cálido		Pendiente o inclinación: Moderadamente inclinada			7-12 %	
RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS						
Propiedades físicas						
Textura		A-F	Arenosa franca		La textura arenosa franca se asocia con baja a moderada capacidad de retención de agua, alta a moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, baja a moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, baja a moderada fertilidad del suelo.	
Arcilla			Calificación			
Limo		%				
Arena						
Da		g/cm3	0,9			
Dr		g/cm3				
Propiedades químicas						
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango óptimo		Calificación	Interpretación
			Mín	Máx		
pH		6,68	5,70	6,50	Muy ligeramente ácido	Disminuye muy ligeramente la absorción de K y S
CE	ds/m					
CIC						
CICE	meq/100 g	20,26				
BT		20,26	6,01		Muy alto	Suelo con muy alto contenido de bases intercambiables
Composición química						
MO		6,30	4,01		Óptimo	Óptimo contenido de materia orgánica. Se recomienda aplicar abono orgánico bien compostado para mantener fertilidad natural del suelo
CO	%	3,65	2,33		Óptimo	
N-Total		0,32	0,81		Deficiente	Deficiente contenido de nitrógeno total. Se debe aplicar abundante abono orgánico bien compostado para incrementar porcentaje de nitrógeno orgánico
N-Disp		91,35	18,47	99,17	Óptimo	Óptimo contenido de N mineral (disponible), solo aplicar N de mantenimiento
P	mg/kg	605,38	16,12	86,56	Exceso	El exceso de fósforo puede generar en el pasto un crecimiento radicalar exagerado y aceleración distrófica de la maduración.
K		2,81	0,14	0,76	Exceso	El exceso de potasio puede generar en el pasto deficiencia de calcio o magnesio.
Ca	meq/100 g	10,80	0,28	1,48	Exceso	El exceso de calcio puede generar en el pasto deficiencia de potasio, magnesio o boro.
Mg		5,80	0,09	0,50	Exceso	El exceso de magnesio puede causar en el pasto reducción general del crecimiento de la planta y deficiencias de calcio y potasio.
Na		0,85				
Al		-				

Propiedad		Unidad	Resultado	Rango óptimo		Calificación	Interpretación
				Mín	Máx		
S		mg/kg	28,89	4,29	23,01	Exceso	El exceso de azufre puede generar en el pasto amarillamiento, senescencia y abscisión de hojas, estas pueden tornarse anaranjadas.
Fe			7,71	0,86	4,61	Exceso	El exceso de hierro puede generar en el pasto hojas bronceadas o anaranjadas, atrofiamiento de raíces y abscisión de hojas. También puede generar deficiencia de manganeso.
Mn			33,63	0,43	2,31	Exceso	El exceso de manganeso puede generar en el pasto amarillamiento, bronceado, necrosis y caída de hojas y aceleración de la maduración de la planta. También puede provocar deficiencia de hierro.
Cu			1,16	0,13	0,69	Exceso	El exceso de cobre puede generar en el pasto enanismo, reducción de la producción de brotes, abscisión de hojas y reducción del crecimiento en general.
Zn			4,91	0,68	3,66	Exceso	El exceso de zinc puede generar en el pasto atrofiamiento de raíces, necrosis y abscisión de hojas y deficiencia de fósforo.
B			1,01	0,45	2,43	Óptimo	Óptimo contenido de B, solo aplicar B de mantenimiento
Cd							
Saturación de bases							
Total							Se requiere conocer la CIC
Al			-			-	-
K			13,87	4,01	5,00	Exceso	Suelo con exceso de potasio con respecto a la CICE
Ca			53,31	60,01	70,00	Bajo	Suelo con bajo contenido de calcio con respecto a la CICE
Mg			28,63	15,01	20,00	Exceso	Suelo con exceso de magnesio con respecto a la CICE
Na			4,20		5,00	Ideal	Contenido ideal de sodio en el suelo
Relaciones iónicas							
Ca/Mg			1,9	1,75	4,08	Relación óptima	Óptima relación entre el calcio y el magnesio
Mg/K			2,1	0,07	0,17	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca/K			3,8	0,22	0,51	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca+Mg/K			5,9	0,29	0,68	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca/B			2.142,89	1.000,00	2.000,00	Deficiencia de B	Posible deficiencia de boro. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en boro para equilibrar relaciones iónicas
P/Zn			123,3	20,30	47,37	Deficiencia de Zn	Posible deficiencia de zinc. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en zinc para equilibrar relaciones catiónicas
Fe/Zn			1,6	0,76	1,77	Relación óptima	Óptima relación entre el hierro y el zinc
Fe/Mn			0,2	1,20	2,79	Deficiencia de Fe	Posible exceso de manganeso.

	FORMATO INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: LBS-FT-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garzón-Ejecutivo de Servicios Agronomicos Aprobó: Jose Manuel Garcia - Gerente Comercial Página: 3 de 5
	Código Análisis	Fecha de recepción:	Fecha de emisión del análisis:	Fecha de entrega al cliente:
80829	26/08/2020	16/09/2020	16/09/2020	

Interpretación visual de niveles nutricionales



● Exceso = encima del área sombreada
 ● Deficiencia = debajo del área sombreada
 ● Óptimo = Dentro del área sombreada
 * Puntos que no se muestren dentro de la gráfica están en exceso (por fuera de la escala)

Métodos Analíticos

Aluminio Intercambiable * Expresado en términos de acidez (Al)	Valoración ácido base, Método de Yuang (KCl)
Azufre (S)	Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Boro (B)	Colorimétrico (Azometina H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Bases de cambio (K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ y Na ⁺)	Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio
Cadmio (Cd)	No determinado
Capacidad de Intercambio catiónico (CIC)	No determinado
Conductividad Eléctrica (CE)	No determinado
Fósforo disponible (P-Disp)	Colorimétrico, Bray II
Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn)	Absorción Atómica, Extracción con DTPA
Materia Orgánica (MO)	Walkley Black
pH	Potenciométrico, relación suelo:agua 1:1
Textura	Al tacto (Organoléptico)
Densidad aparente (Da)	Terrón parafinado
Densidad real (Dr)	Cálculo matemático
Nitrógeno total (N-Total) y disponible (N-Disp), carbono orgánico (CO), bases totales, saturación de bases y relaciones iónicas.	Cálculo matemático

Observaciones

Convenciones: R.Tnte = Representante; Depto = Departamento; M.Pio = Municipio

* Cultivar hace referencia a variedad, híbrido o ecotipo.

Apreciado cliente, tenga en cuenta que:

A partir de la fecha de entrega real de los resultados cuenta con sesenta (60) días para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume la conformidad de los resultados del análisis.

La información suministrada en este informe se relaciona únicamente con la muestra de suelo entregada por el cliente, en las condiciones como fue recibida.

Se asume que el cliente realizó correctamente la recolección de la muestra de suelo. Cualquier error de muestreo en campo se reflejará en los resultados analíticos.

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin previa autorización de AGROSOIL LAB.


Aura Marcela Niño R.

Aura Marcela Niño R
 QUÍMICA PQ 2088
 DIRECTOR TÉCNICO LABORATORIO


ANDREA CAROLINA GARZÓN P.

Andrea Carolina Garzón
 INGENIERO AGRÓNOMO
 EJECUTIVO DE SERVICIOS AGRONÓMICOS

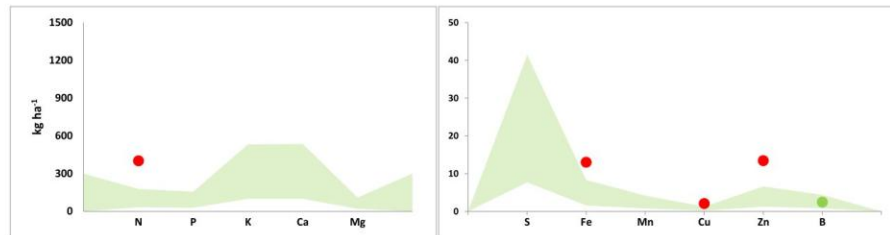


		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: LBS-FT-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garzón-Ejecutivo de Servicios Agronomicos Aprobó: Jose Manuel Garcia-Gerente Comercial Página: 1 de 5	
Código Análisis 80828		Fecha de recepción: 26/08/2020	Fecha de emisión del análisis: 16/09/2020		Fecha de entrega al cliente: 16/09/2020	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
Nombre: GALINDO GAMEZ JOHAN DAVID		R.Tnte: AGROSOIL LAB	Móvil: 3155300005	E-mail: johandavidgalindogomez@gmail.com		
Dpto: CESAR		M.Pio: VALLEDUPAR	Vereda: CORREGIMIENO EL PEDRO	Finca: LA GRAN PARADA		
Lote: 50% V Y 5 % S		Cultivo: Pasto	Cultivar: * cynodon dactylon bulnesia arborea	Edad: 0 Mes		
Clima: Cálido		Pendiente o inclinación: Moderadamente inclinada			7-12 %	
RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS						
Propiedades físicas						
Textura		A-F		Arenosa franca		La textura arenosa franca se asocia con baja a moderada capacidad de retención de agua, alta a moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, baja a moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, baja a moderada fertilidad del suelo.
Arcilla				Calificación		
Limo		%				
Arena						
Da		g/cm3		0,9		
Dr		g/cm3				
Propiedades químicas						
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango óptimo		Calificación	Interpretación
			Mín	Máx		
pH		6,69	5,70	6,50	Muy ligeramente ácido	Disminuye muy ligeramente la absorción de K y S
CE	ds/m					
CIC	meq/100 g					
CICE		31,86				
BT		31,86	6,01		Muy alto	Suelo con muy alto contenido de bases intercambiables
Composición química						
MO	%	15,38	4,01		Óptimo	Óptimo contenido de materia orgánica. Se recomienda aplicar abono orgánico bien compostado para mantener fertilidad natural del suelo
CO		8,92	2,33		Óptimo	
N-Total		0,77	0,81		Medio	Moderado contenido de nitrógeno total. Se debe aplicar algo de abono orgánico bien compostado para incrementar porcentaje de nitrógeno orgánico
N-Disp	mg/kg	223,01	18,47	99,17	Exceso	El exceso de nitrógeno puede generar en el pasto un abundante follaje de color verde intenso y atrofiamiento de las raíces.
P		860,57	16,12	86,56	Exceso	El exceso de fósforo puede generar en el pasto un crecimiento radicular exagerado y aceleración distrófica de la maduración.
K		7,17	0,14	0,76	Exceso	El exceso de potasio puede generar en el pasto deficiencia de calcio o magnesio.
Ca		14,39	0,28	1,48	Exceso	El exceso de calcio puede generar en el pasto deficiencia de potasio, magnesio o boro.
Mg		8,75	0,09	0,50	Exceso	El exceso de magnesio puede causar en el pasto reducción general del crecimiento de la planta y deficiencias de calcio y potasio.
Na		1,55				
Al		-				

Propiedad		Unidad	Resultado	Rango óptimo		Calificación	Interpretación
				Mín	Máx		
S		mg/kg	47,42	4,29	23,01	Exceso	El exceso de azufre puede generar en el pasto amarillamiento, senescencia y abscisión de hojas, estas pueden tornarse anaranjadas.
Fe			7,24	0,86	4,61	Exceso	El exceso de hierro puede generar en el pasto hojas bronceadas o anaranjadas, atrofiamiento de raíces y abscisión de hojas. También puede generar deficiencia de manganeso.
Mn			43,36	0,43	2,31	Exceso	El exceso de manganeso puede generar en el pasto amarillamiento, bronceado, necrosis y caída de hojas y aceleración de la maduración de la planta. También puede provocar deficiencia de hierro.
Cu			1,14	0,13	0,69	Exceso	El exceso de cobre puede generar en el pasto enanismo, reducción de la producción de brotes, abscisión de hojas y reducción del crecimiento en general.
Zn			7,46	0,68	3,66	Exceso	El exceso de zinc puede generar en el pasto atrofiamiento de raíces, necrosis y abscisión de hojas y deficiencia de fósforo.
B			1,37	0,45	2,43	Óptimo	Óptimo contenido de B, solo aplicar B de mantenimiento
Cd							
Saturación de bases							
Total							Se requiere conocer la CIC
Al			-			-	-
K			22,50	4,01	5,00	Exceso	Suelo con exceso de potasio con respecto a la CICE
Ca			45,17	60,01	70,00	Deficiente	Suelo con deficiente contenido de calcio con respecto a la CICE
Mg			27,46	15,01	20,00	Exceso	Suelo con exceso de magnesio con respecto a la CICE
Na			4,87		5,00	Ideal	Contenido ideal de sodio en el suelo
Relaciones iónicas							
Ca/Mg			1,6	1,75	4,08	Deficiencia de Ca	Posible deficiencia de calcio. Se recomienda aplicar fertilizantes cálcicos para equilibrar relaciones catiónicas
Mg/K			1,2	0,07	0,17	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca/K			2,0	0,22	0,51	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca+Mg/K			3,2	0,29	0,68	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca/B			2.104,93	1.000,00	2.000,00	Deficiencia de B	Posible deficiencia de boro. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en boro para equilibrar relaciones iónicas
P/Zn			115,4	20,30	47,37	Deficiencia de Zn	Posible deficiencia de zinc. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en zinc para equilibrar relaciones catiónicas
Fe/Zn			1,0	0,76	1,77	Relación óptima	Óptima relación entre el hierro y el zinc
Fe/Mn			0,2	1,20	2,79	Deficiencia de Fe	Posible exceso de manganeso.

	FORMATO INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: LBS-FT-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garzón-Ejecutivo de Servicios Agronomicos Aprobó: Jose Manuel Garcia - Gerente Comercial Página: 3 de 5
	Código Análisis	Fecha de recepción:	Fecha de emisión del análisis:	Fecha de entrega al cliente:
80828	26/08/2020	16/09/2020	16/09/2020	

Interpretación visual de niveles nutricionales



● Exceso = encima del área sombreada
 ● Deficiencia = debajo del área sombreada
 ● Óptimo = Dentro del área sombreada
 * Puntos que no se muestren dentro de la gráfica están en exceso (por fuera de la escala)

Métodos Analíticos

Aluminio Intercambiable * Expresado en términos de acidez (Al)	Valoración ácido base, Método de Yuang (KCl)
Azufre (S)	Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Boro (B)	Colorimétrico (Azometina H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Bases de cambio (K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ y Na ⁺)	Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio
Cadmio (Cd)	No determinado
Capacidad de Intercambio catiónico (CIC)	No determinado
Conductividad Eléctrica (CE)	No determinado
Fósforo disponible (P-Disp)	Colorimétrico, Bray II
Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn)	Absorción Atómica, Extracción con DTPA
Materia Orgánica (MO)	Walkley Black
pH	Potenciométrico, relación suelo:agua 1:1
Textura	Al tacto (Organoléptico)
Densidad aparente (Da)	Terrón parafinado
Densidad real (Dr)	Cálculo matemático
Nitrógeno total (N-Total) y disponible (N-Disp), carbono orgánico (CO), bases totales, saturación de bases y relaciones iónicas.	Cálculo matemático

Observaciones

Convenciones: R.Tnte = Representante; Depto = Departamento; M.Pio = Municipio

* Cultivar hace referencia a variedad, híbrido o ecotipo.

Apreciado cliente, tenga en cuenta que:

A partir de la fecha de entrega real de los resultados cuenta con sesenta (60) días para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume la conformidad de los resultados del análisis.

La información suministrada en este informe se relaciona únicamente con la muestra de suelo entregada por el cliente, en las condiciones como fue recibida.

Se asume que el cliente realizó correctamente la recolección de la muestra de suelo. Cualquier error de muestreo en campo se reflejará en los resultados analíticos.

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin previa autorización de AGROSOIL LAB.


Aura Marcela Niño R.

Aura Marcela Niño R
 QUÍMICA PQ 2088
 DIRECTOR TÉCNICO LABORATORIO


ANDREA CAROLINA GARZÓN P.

Andrea Carolina Garzón
 INGENIERO AGRÓNOMO
 EJECUTIVO DE SERVICIOS AGRONÓMICOS

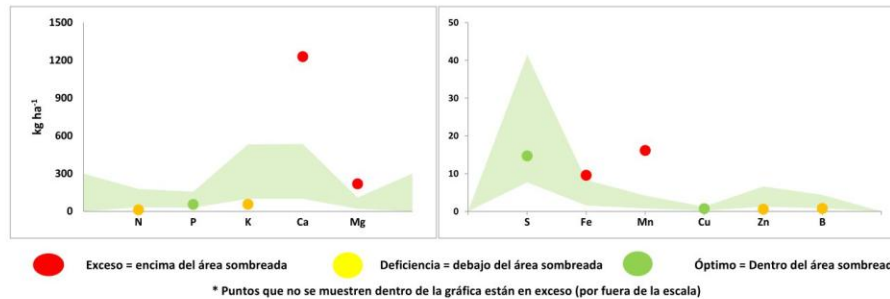


		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: LBS-FT-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garzón-Ejecutivo de Servicios Agronomicos Aprobó: Jose Manuel Garcia-Gerente Comercial Página: 1 de 5			
Código Análisis 80827		Fecha de recepción: 26/08/2020	Fecha de emisión del análisis: 16/09/2020		Fecha de entrega al cliente: 16/09/2020			
INFORMACIÓN DEL CLIENTE								
Nombre: GALINDO GAMEZ JOHAN DAVID		R.Tnte: AGROSOIL LAB	Móvil: 3155300005	E-mail: johandavidgalindogomez@gmail.com				
Dpto: CESAR		M.Pio: VALLEDUPAR	Vereda: CORREGIMIENTO EL PEDRO	Finca: MIS AMORES				
Lote: 1		Cultivo: Pasto	Cultivar: * cynodon dactylon bunlesia arborea	Edad: 0 Mes				
Clima: Cálido		Pendiente o inclinación: Moderadamente inclinada			7-12 %			
RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS								
Propiedades físicas								
Textura		A-F		Arenosa franca		La textura arenosa franca se asocia con baja a moderada capacidad de retención de agua, alta a moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, baja a moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, baja a moderada fertilidad del suelo.		
Arcilla				Calificación				
Limo								
Arena								
Da		g/cm ³	0,9					
Dr		g/cm ³						
Propiedades químicas								
Propiedad		Unidad	Resultado		Rango óptimo	Calificación	Interpretación	
					Mín	Máx		
pH			6,47		5,70	6,50	Ligéramente ácido	Disminuye moderadamente la absorción de P y ligéramente la de K y S
CE		ds/m						
CIC								
CICE			4,62					
BT		meq/100 g	4,62		6,01		Bajo	Suelo con bajo contenido de bases intercambiables
Composición química								
MO			0,43		4,01		Deficiente	Deficiente contenido de materia orgánica. Se debe aplicar abundante abono orgánico bien compostado para incrementar porcentaje de materia orgánica
CO		%	0,25		2,33		Deficiente	
N-Total			0,02		0,81		Deficiente	Deficiente contenido de nitrógeno total. Se debe aplicar abundante abono orgánico bien compostado para incrementar porcentaje de nitrógeno orgánico
N-Disp			6,24		18,47	99,17	Deficiente	La deficiencia de nitrógeno generalmente produce en el pasto un retardo en el crecimiento de la planta, clorosis en follaje que puede convertirse en necrosis.
P		mg/kg	30,91		16,12	86,56	Óptimo	Óptimo contenido de P mineral (disponible), solo aplicar P de mantenimiento
K			0,08		0,14	0,76	Deficiente	La deficiencia de potasio generalmente produce en el pasto clorosis apical y en el borde de las hojas (que puede convertirse en necrosis) y exudación de sustancias azucaradas. La deficiencia puede incrementarse por altos niveles de calcio, magnesio o sodio.
Ca			3,41		0,28	1,48	Exceso	El exceso de calcio puede generar en el pasto deficiencia de potasio, magnesio o boro.
Mg		meq/100 g	1,00		0,09	0,50	Exceso	El exceso de magnesio puede causar en el pasto reducción general del crecimiento de la planta y deficiencias de calcio y potasio.
Na			0,13					
Al			-					

Propiedad		Unidad	Resultado	Rango óptimo		Calificación	Interpretación
				Mín	Máx		
S			8,16	4,29	23,01	Óptimo	Óptimo contenido de S, solo aplicar S de mantenimiento
Fe			5,31	0,86	4,61	Exceso	El exceso de hierro puede generar en el pasto hojas bronceadas o anaranjadas, atrofia de raíces y abscisión de hojas. También puede generar deficiencia de manganeso.
Mn			8,96	0,43	2,31	Exceso	El exceso de manganeso puede generar en el pasto amarillamiento, bronceado, necrosis y caída de hojas y aceleración de la maduración de la planta. También puede provocar deficiencia de hierro.
Cu		mg/kg	0,41	0,13	0,69	Óptimo	Óptimo contenido de Cu, solo aplicar Cu de mantenimiento
Zn			0,33	0,68	3,66	Deficiente	La deficiencia de zinc puede provocar en el pasto arrosamiento, ondulaciones, clorosis intervenal, apical y en bordes de hojas jóvenes y retardo en el crecimiento (pseudotallos cortos y delgados). La deficiencia se puede incrementar por un exceso de fósforo en el suelo.
B			0,43	0,45	2,43	Deficiente	La deficiencia de boro puede provocar en el pasto necrosis u ondulaciones en hojas jóvenes, arrosamientos, epinastias, hiponastias, muerte de yemas apicales, pudrición interna (corazón hueco) y retardo del crecimiento.
Cd							
Saturación de bases							
Total							Se requiere conocer la CIC
Al			-			-	-
K			1,73	4,01	5,00	Deficiente	Suelo con deficiente contenido de potasio con respecto a la CICE
Ca			73,81	60,01	70,00	Exceso	Suelo con exceso de calcio con respecto a la CICE
Mg			21,64	15,01	20,00	Exceso	Suelo con exceso de magnesio con respecto a la CICE
Na			2,81		5,00	Ideal	Contenido ideal de sodio en el suelo
Relaciones iónicas							
Ca/Mg			3,4	1,75	4,08	Relación óptima	Óptima relación entre el calcio y el magnesio
Mg/K			12,5	0,07	0,17	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca/K			42,6	0,22	0,51	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca+Mg/K			55,1	0,29	0,68	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas
Ca/B			1.589,22	1.000,00	2.000,00	Relación óptima	Óptima relación entre el calcio y el boro
P/Zn			93,7	20,30	47,37	Deficiencia de Zn	Posible deficiencia de zinc. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en zinc para equilibrar relaciones catiónicas
Fe/Zn			16,1	0,76	1,77	Deficiencia de Zn	Posible deficiencia de zinc. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en zinc para equilibrar relaciones catiónicas
Fe/Mn			0,6	1,20	2,79	Deficiencia de Fe	Posible exceso de manganeso.

	FORMATO INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: LBS-FT-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garzón-Ejecutivo de Servicios Agronomicos Aprobó: Jose Manuel Garcia - Gerente Comercial Página: 3 de 5
	Código Análisis	Fecha de recepción:	Fecha de emisión del análisis:	Fecha de entrega al cliente:
80827	26/08/2020	16/09/2020	16/09/2020	

Interpretación visual de niveles nutricionales



Métodos Analíticos

Aluminio Intercambiable * Expresado en términos de acidez (Al)	Valoración ácido base, Método de Yuang (KCl)
Azufre (S)	Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Boro (B)	Colorimétrico (Azometina H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Bases de cambio (K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ y Na ⁺)	Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio
Cadmio (Cd)	No determinado
Capacidad de Intercambio catiónico (CIC)	No determinado
Conductividad Eléctrica (CE)	No determinado
Fósforo disponible (P-Disp)	Colorimétrico, Bray II
Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn)	Absorción Atómica, Extracción con DTPA
Materia Orgánica (MO)	Walkley Black
pH	Potenciométrico, relación suelo:agua 1:1
Textura	Al tacto (Organoléptico)
Densidad aparente (Da)	Terrón parafinado
Densidad real (Dr)	Cálculo matemático
Nitrógeno total (N-Total) y disponible (N-Disp), carbono orgánico (CO), bases totales, saturación de bases y relaciones iónicas.	Cálculo matemático

Observaciones

Convenciones: R.Tnte = Representante; Depto = Departamento; M.Pio = Municipio

* Cultivar hace referencia a variedad, híbrido o ecotipo.

Apreciado cliente, tenga en cuenta que:

A partir de la fecha de entrega real de los resultados cuenta con sesenta (60) días para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume la conformidad de los resultados del análisis.

La información suministrada en este informe se relaciona únicamente con la muestra de suelo entregada por el cliente, en las condiciones como fue recibida.

Se asume que el cliente realizó correctamente la recolección de la muestra de suelo. Cualquier error de muestreo en campo se reflejará en los resultados analíticos.

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin previa autorización de AGROSOIL LAB.

Aura Marcela Niño R.

Aura Marcela Niño R
QUÍMICA PQ 2088
DIRECTOR TÉCNICO LABORATORIO

ANDREA CAROLINA GARZÓN P.

Andrea Carolina Garzón
INGENIERO AGRÓNOMO
EJECUTIVO DE SERVICIOS AGRONÓMICOS







**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia