

Impacto de la producción orgánica de *Eucalyptus greens* vs. *silver dollar* en las características fisicoquímicas del suelo

Elmer Mauricio Riaño López

Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD”

Escuela de ciencias agrícolas pecuarias y de medio ambiente

Programa tecnología en producción agrícola

Facatativá- Cundinamarca

2020

Impacto de la producción orgánica de *Eucalyptus greens* vs. *silver dollar* en las características fisicoquímicas del suelo

Elmer Mauricio Riaño López

Proyecto aplicado presentado como requisito parcial para optar al título de tecnólogo en producción agrícola.

Director

Jorge Antonio Giron Mendieta

Jurado

Alexander Galindo Alvarado

Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD”

Escuela de ciencias agrícolas pecuarias y de medio ambiente

Programa tecnología en producción agrícola

Facatativá- Cundinamarca

2020

Tabla de Contenido

Impacto de la producción orgánica de <i>Eucalyptus greens</i> vc. <i>silver dollar</i> en las características fisicoquímicas del suelo	8
Introducción	8
Objetivos	9
Marco Teórico.....	10
2.1. Caracterización del cultivo Eucalipto greens vc. silver dollar (<i>Eucalyptus polyanthemos</i>).....	10
2.2. Aspectos Físicos cultivo Eucalipto greens vc. silver dollar (<i>Eucalyptus polyanthemos</i>).....	17
2.3. Aspectos Químicos cultivo Eucalipto greens vc. silver dollar (<i>Eucalyptus polyanthemos</i>).....	19
2.4. Fertilización cultivo Eucalipto greens vc. silver dollar (<i>Eucalyptus polyanthemos</i>).....	24
2.5. Labores culturales	32
Metodología	35
3.1. Actividades de Caracterización.....	36
3.2. Toma de Muestras y Mediciones Iniciales.....	37
3.3. Caracterización y análisis de laboratorio	40
3.4. Toma de Muestras y Mediciones Finales.....	42
Resultados y Discusión	45
4.1. Resultados muestra final	45
4.2. Comparación muestras y resultados.....	47
4.3 Análisis Macro y Micro nutrientes	50
4.4. Observación directa en el cultivo.....	54
Conclusiones y Recomendaciones	56
5.1. Conclusiones	56
5.2. Recomendaciones	57
Bibliografía	59
Anexos	61

Lista de tablas

Tabla 1. Resultados laboratorio de química analítica (química de suelos).....	41
Tabla 2. Resultados Laboratorio física.....	41
Tabla 3. Interpretación y clasificación.....	42
Tabla 4. Resultados laboratorio de química analítica (química de suelos).....	46
Tabla 5. Resultados laboratorio física Final.....	46
Tabla 6. Interpretación y clasificación	47
Tabla 7. Comparación propiedades físicas.....	48
Tabla 8. Comparación propiedades químicas.....	49

Lista de figuras

Figura 1. Planta Eucalipto greens vc. silver dollar.....	11
Figura 2. Costos asociados cultivo.....	16
Figura 3. Fertilizante SOLAID.....	31
Figura 4. Diagrama metodológico.....	35
Figura 5. Mapa Caracterización.....	37
Figura 6. Terreno inicial.....	38
Figura 7. Toma muestra iniciales.....	40
Figura 8. Plan de fertilización.....	43
Figura 9. Toma muestra finales.....	45
Figura 10. Interpretación análisis.....	47
Figura 11. Interpretación análisis químico.....	50
Figura 12. Interpretación análisis muestras.....	50
Figura 13. Comparación Fosforo.....	51
Figura 14. Comparación Azufre.....	51
Figura 15. Comparación Boro.....	52
Figura 16. Comparación Calcio.....	52
Figura 17. Comparación Magnesio.....	53
Figura 18. Comparación Potasio.....	53
Figura 19. Comparación Hierro.....	54
Figura 20. Comparación Materia Orgánica.....	54
Figura 21. Comparación PH.....	55
Figura 22. Comparación produccion follaje.....	56

Resumen

Este proyecto plantea realizar un estudio del impacto en algunos indicadores físicos y químicos del suelo con la producción orgánica de la especie de follaje tipo exportación *eucalyptus greens* vc. *silver dollar*, en un sistema de producción agrícola de 2 fanegadas ubicado en el municipio de Guayabal en la provincia de Magdalena Centro del Departamento de Cundinamarca.

En la zona de estudio se han evidenciado problemas de erosión por malas prácticas agrícolas y ganaderas, alta deforestación y poca cobertura de capa vegetal, dado que en el área anteriormente se cultivó caña sin ningún tipo de tecnología de producción. El propósito es mostrar a los habitantes de la región que el cultivo de follajes de exportación, cumpliendo con buenas prácticas agrícolas, además de ser una fuente de ingresos, también se puede convertir en una forma de ayudar al medio ambiente y contrarrestar la erosión.

Para la ejecución del proyecto cuyo objetivo consiste en estudiar el impacto de la producción orgánica de *Eucalyptus greens* vc. *Silver dollar* en las características fisicoquímicas del suelo, principalmente se evaluarán las variables físicas y químicas del sistema productivo orgánico antes y después de su establecimiento. En primer lugar, se debe caracterizar el sistema productivo en este caso producción orgánica de *Eucalyptus greens* vc. *Silver dollar*, luego se deben valorar los indicadores Físicos y químicos que se deben comparar.

Abstract

This project proposes to carry out a study of the impact on some physical and chemical indicators of the soil with the organic production of the export-type foliage species eucalyptus greens cv. silver dollar, in an agricultural production system of 2 bushels located in the municipality of Guayabal in the Magdalena Centro province of the Department of Cundinamarca.

In the study area, problems of erosion due to poor agricultural and livestock practices, high deforestation and little vegetation cover have been evidenced, since sugarcane was previously grown in the area without any type of production technology. The purpose is to show the inhabitants of the region that the cultivation of foliage for export, complying with good agricultural practices, in addition to being a source of income, can also become a way of helping the environment and counteracting erosion.

For the execution of the project whose objective is to study the impact of the organic production of Eucalyptus greens cv. Silver dollar in the physicochemical characteristics of the soil, mainly the physical and chemical variables of the organic production system will be evaluated before and after its establishment.

In the first place, the productive system must be characterized in this case organic production of Eucalyptus greens cv. Silver dollar, then the physical and chemical indicators to be compared must be assessed.

Impacto de la producción orgánica de *Eucalyptus greens* vs. *silver dollar* en las características fisicoquímicas del suelo

Introducción

Dado que los suelos del área a intervenir presentan un alto grado de erosión por las malas prácticas agrícolas, se hace necesario recuperar la cobertura vegetal. Las plantas tienen la capacidad de retener suelo y evitar o atenuar la erosión superficial, se convierten en un soporte que evita el desprendimiento del suelo y también como abono para la tierra, haciéndola más productiva y fértil.

Varios estudios han identificado los riesgos del uso de fertilizantes químicos, y de su efecto en las cualidades del suelo, contaminación de aguas y daños ambientales. De igual manera los abonos orgánicos se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mejorar la estructura del suelo; con ello, se aumentan la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrimentos para las plantas.

El cultivo de follajes es un negocio que pueden realizar tanto los pequeños como los grandes productores, lo importante es considerar esta opción como una alternativa en el largo plazo, a fin de adquirir un adecuado conocimiento del mercado y así además de ser una fuente de ingresos disminuir los índices de erosión.

En los últimos años existe la tendencia a fertilizar los cultivos con productos orgánicos para mejorar producciones, recuperar suelos, contribuir con la conservación al medio ambiente y evitar el consumo de productos tóxicos que afectan la salud de la humanidad.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el impacto de la producción orgánica de *Eucalyptus greens* vs. *Silver dollar* en las características fisicoquímicas del suelo.

Objetivos Específicos

- Evaluar los indicadores Físicos y químicos del suelo antes y después de la adopción de la producción orgánica.
- Medir la calidad y salud de los suelos luego de la intervención y establecimiento del cultivo con producción orgánica.

Marco Teórico

2.1. Caracterización del cultivo Eucalipto greens vc. silver dollar (*Eucalyptus polyanthemos*)

El Eucalipto corresponde botánicamente a la clase *Magnoliophytae*, subclase *Magnoliópsidae* y a la familia de las *Mirtáceas*. Además, cuenta con más de 500 especies originarias de Australia la que tienen la particularidad de prosperar bajo una gran diversidad de condiciones ambientales. La especie aporta colores azul plumizo, diversidad de formas de hojas, aroma e incluso algunos de ellos se pueden usar con flores. es originario de Australia y Tasmania. Es un árbol perenne de rápido crecimiento que puede llegar a medir sobre 30 m de altura y 6 a 15 m de ancho. Las hojas jóvenes de los eucaliptos son sésiles, ovaladas y grisáceas. Estas se alargan y se tornan de un color verde azulado brillante de adultas.

La especie *Eucalyptus greens vc. Silver dollar* pertenece a la familia Myrtaceae. Planta del tamaño medio; ramas extendidas. Ramas secundarias gris verdoso, a menudo glaucas. Las hojas miden 4 a 7 centímetros son ovaladas u orbiculares, se disponen en forma alterna y opuestas, son sésiles y envuelven el vástago; son de color verde-grisáceos. Originario de Australia y Tasmania, representado por unas 600 especies. Su peso y facilidad de producción en otras áreas templadas implica beneficios y competencia en muchos mercados (Chahín, Ma. G. 2012.). Esta semilla se trae de Australia y se manda germinar hasta que estén plántulas de 15 cm listas para la siembra.

Este árbol de tronco único crece hasta unos 24 m y tiene una corteza característica: gris y escamosa en la parte inferior, pero sutilmente moteada de gris, rosa y crema en la superior. Las hojas son entre gris verdoso y bastante azuladas, y en algunos árboles son casi circulares, aunque ahusadas en la base hasta formar un esbelto pecíolo. Se utilizan como follaje cortado. Las flores, color crema, nacen en finos ramilletes péndulos y producen néctar, por lo que atraen a los pájaros. Suele crecer en lugares pedregosos muy poco profundos, donde produce un corto tronco retorcido.

El eucalipto es un árbol que ha colonizado gran parte del mundo, debido a su adaptabilidad a diferentes climas. El éxito del eucalipto como especie forestal se debe en gran parte a esta adaptabilidad y también a que en condiciones donde existe gran humedad y agua disponible, este árbol presenta un crecimiento muy rápido. Contienen un aceite esencial, de característico olor balsámico, que es un poderoso desinfectante natural. En aromaterapia se emplea por la parte emocional como un estimulante con efecto despejante, y por la parte física como antiviral, expectorante y descongestionante nasal. Las flores poseen una corola fusionada en un órgano llamado “opérculo” que se cae cuando la flor se abre. Las flores, blancas, aparecen desde mediados de primavera hasta inicios de verano. El fruto es una cápsula con la dehiscencia apical y las semillas muy pequeñas.



Figura 1. Planta Eucalipto *greens* *vc.* *silver dollar*

Requerimientos del cultivo

Suelos

Los suelos sueltos son los más adecuados, húmedos, pero con buen drenaje, y con pH de neutro a ligeramente ácido, en suelos alcalinos se afecta su desarrollo. La relación N:P:K óptima es 1:0,6:1,6, con la incorporación de otros elementos, sobre todo magnesio y fierro para evitar clorosis. Es necesario considerar que este será un cultivo a largo plazo, dado que esta planta por su fisiología y desarrollo cambiará las aptitudes del suelo.

Un buen suelo para la floricultura debe tener entre 20 y 25% de macroporos, de 20 a 25% de mesoporos y entre 15 a 20% de microporos, con lo cual se garantiza la aireación de las raíces, la retención de humedad y el drenaje, la textura óptima es del tipo franco en el que las fracciones se encuentran bien proporcionadas, y en el cual se desarrolla libremente el sistema radical (Rocha Nieto, N. E. 2010).

En general un suelo profundo y bien preparado es ideal para el correcto desarrollo de la mayoría de las especies. Los cultivos de flores y follajes se desarrollan bien en rangos de pH entre 5,5 y 6,5 variando según la especie (Marentes Barrantes, 2013).

Clima

El cultivo crece bien a pleno sol y temperaturas entre 18-25° C como máximo y 5 a -5° C como mínimas. La mayoría de los eucaliptos no toleran las heladas, o toleran ligeras heladas de hasta -3 °C a -5 °C. Se debe proteger contra el viento, sobre todo en árboles más jóvenes que están en formación.

Manejo agronómico

Plantación

Preparación del suelo: Se manejan hileras de plantación cultivando unos 50 cm de suelo. Se realiza rosa y limpia del terreno - Arreglo del terreno (tractorar y aflojar) 20 días antes de la siembra se desinfecta con Cal – se debe preparar el terreno con drenajes.

Plantas: Se adquieren las semillas y se mandan germinar en la empresa AGROIDEA especialista en germinación. 15 días luego se recogen en bolsas con sustrato, cuyo tamaño oscilaba entre 15 a 20 cm.

La siembra se realiza en hoyos de 50 cm de diámetro por 30 cm de hondo – distancia entre plantas de 1 metro y entre hilera 1,50 cm.

Sistema: el cultivo se estableció al aire libre en camellones para mejorar la aireación y drenaje. Las hileras se dispusieron en una orientación norte sur pensando evitar el sombra entre árboles.

Marco de plantación: 1,5 m sobre hilera y 2,5 m entre hilera, lo que da una densidad de 2.666 plantas por hectárea. La literatura señala que los árboles se deben plantar a una densidad de 3000 a 4000 plantas /ha. Mayores densidades se pueden utilizar, pero la vida productiva del cultivo se reduce a 10 años.

Riego

Es muy importante tener un sistema de riego implementado antes del transplante, ya que las plantas jóvenes son muy sensibles a la falta de humedad. En este caso se utilizó un sistema de riego localizado con gotero de 4 L/hora para evitar alta humedad en las hojas que lo podría hacer más susceptible a las enfermedades. Los goteros se iban corriendo a medida que el árbol crecía para que no estuvieran en contacto directo con el cuello de la planta, evitando así algunas enfermedades. La literatura señala que árboles adultos resisten bien periodos de sequía y en esta zona del país no sería necesario continuar regándolos.

Control de malezas

Realizar una buena preparación de la tierra con anticipación a la siembra, disminuye la competencia final de las plantas indeseables, permitiendo un desarrollo más vigoroso y limitando el desarrollo de las malezas.

Poda

La primera poda que se hace a esta especie es una de formación del árbol, despuntando el tallo principal y cortando las ramas principales a nivel tronco principal, con ello se estimula la brotación lateral (agobiar). Con ello se evita que crezcan demasiado en altura, lo cual dificulta las labores de cosecha y a la vez que estimula la presencia de follaje juvenil, que es el que tiene mayor valor ornamental. La literatura señala que esto no debe hacerse antes del segundo año de crecimiento ni que afecte a más del 50% de las ramas, sino el árbol se debilita mucho e incluso puede morir. (Chahín, Ma. G. 2012)

Otro criterio dice relación con el desarrollo del árbol, señalando que la poda puede hacerse una vez que el diámetro del tallo principal es mayor a 5 cm y que la altura del árbol está entre 0,8 a 1 m. A partir del segundo año, se debe mantener una altura de los árboles que no supere 1,2 a 1,5 m, y se deben ir eliminando las ramas laterales a través de la cosecha de éstas. También se debe mantener los primeros 40 cm de la base del tronco principal libre de ramificaciones.

Cosecha y postcosecha

El momento de cosecha se determina por el largo de los tallos, se requiere un mínimo de 50 cm. El follaje debe tener una contextura firme, libre de plagas y enfermedades. Para la cosecha de las ramas se debe suspender el riego a lo menos 2 semanas antes del corte. Luego se colocan las ramas en una solución con 2% sacarosa, lo que asegura una vida en florero de al menos 15 días. (Chahín, Ma. G. 2012)

El eucalipto no se describe como una especie sensible al etileno, por lo cual se podría almacenar con otras especies florales, la mayor parte de especies y cultivares no producen cantidades excesivas de gas de etileno, aunque algunos producen cantidades potencialmente perjudiciales si se deshidratan. De ahí que debe asegurarse que esta especie sea correctamente hidratada.

Con la experiencia obtenida se puede señalar que el follaje se encuentra maduro cuando las hojas tienen la consistencia necesaria para que no se marchiten rápidamente. Inmediatamente después de cosechado, el follaje se sumerge en agua limpia, hidratándose al menos por 2 horas y se almacena en un lugar fresco cuya temperatura se encuentre

alrededor de los 5°C. Los paquetes se hacen eliminando hojas de los primeros 15 cm del tallo y con 10 varas con tallos sencillos o compuestos. Se clasifican en largos de 50 cm como mínimo, 60 y 70 cm.

Por último, cabe señalar que la cosecha de tallos estimula la brotación, rejuvenece al árbol y así se mantiene más como un arbusto y no como árbol. Para esta especie se indica una vida útil o vida en florero de 30 días.

Propagación

El eucalipto puede reproducirse tanto por semillas como por plantación de esquejes. Lo habitual es la reproducción por semilla, requiere temperaturas para la germinación entre 13 y 18° C. Las semillas se almacenan a temperaturas bajas (entre 2 y 5°C) lo cual asegura su viabilidad por muchos años. Para facilitar la germinación deben someterse a un proceso de estratificación con frío (2-4° C) y alta humedad para romper su latencia al menos por unos 30 días. Luego se hace un almácigo con algún sustrato libre de enfermedades y malezas, las semillas se colocan muy superficialmente y se llevan a una temperatura entre 16 a 20°C con 70 a 100% de humedad relativa. La germinación tarda alrededor de 2 semanas. Luego las plántulas se mantienen a 14-16° C. Las plantas están listas para el trasplante al terreno definitivo una vez que alcanzan 20-30 cm de altura, ello aproximadamente entre 12 a 14 semanas. (Chahín, Ma. G. 2012)

Costos asociados Cultivo Eucalipto greens vc. Silver dollar (Eucalyptus polyanthemus)

La literatura sobre el cultivo de *Eucalipto greens vc. Silver dollar (Eucalyptus polyanthemus)* no es muy amplia, por lo que la base fue la investigación realizada en el 2012 por Chahín, Ma. G. 2012. Experiencia en la Región de La Araucanía. Cultivo de follajes ornamentales: una alternativa para la fruticultura del sur. Publicación editada en el contexto del proyecto FIA: “Producción de follaje como diversificación de la oferta en el rubro flores de corte para productoras mapuche de la Región de La Araucanía” realizada en Chile.

En este documento evaluó en los últimos 4 años tres alternativas de cultivo de follajes ornamentales, eucaliptus, Ruscus y rumora. Además, consideró la domesticación

de una especie nativa, la palmilla (*Lomatia lberugínea*), muy apetecida como follaje, que se encuentra en peligro de extinción, dada la cosecha indiscriminada y tala de los bosques que son su hábitat normal.

Para el tema de los costos se consideró como punto de partida el establecimiento de los cultivos, contemplando la densidad de plantación, los costos de plantación, de infraestructura y equipamiento.

Antecedentes de la plantación. Lautaro, La Araucanía, 2007-2011

ÍTEM	UNIDAD	EUCALIPTUS
Superficie	m ²	1.875
Porcentaje de Superficie	%	79%
Cantidad de Plantas	planta	500
Densidad de Plantación (*)	planta/m ²	0,3
Año de Plantación	año	2008
Costo de Plantas	\$/unidad	120
Plantación	tipo	Aire Libre
Plantas	\$/m ²	32
Mano de Obra	\$/m ²	22
Insumos	\$/m ²	244
Uso Maquinaria	\$/m ²	80
Bodega y Packing	\$/m ²	147
Cortavientos y Cercos	\$/m ²	126
Equipos y Herramientas	\$/m ²	21
Invernadero	\$/m ²	0
Sistema de Riego	\$/m ²	830
Totales		1.502

Figura 2. Costos asociados cultivo (Chahín, Ma. G. 2012)

2.2. Aspectos Físicos cultivo Eucalipto greens vc. silver dollar (Eucalyptus polyanthemos)

Los suelos cumplen la función de soporte de las plantas, por ello, deben reunir características físicas necesarias para el desarrollo normal de estas, las condiciones físicas del suelo condicionan la siembra y explotación rentable. La especie se desarrolla mejor en suelos franco arenosos – arcillosos, o, areno – arcillosos, con un pH de 5 a 7, con buen drenaje y no compactados. La intensidad de la labranza depende del grado de la pendiente.

Los suelos sueltos son los más adecuados, húmedos, pero con buen drenaje, y con pH de neutro a ligeramente ácido, en suelos alcalinos se afecta su desarrollo, es necesario considerar que este será un cultivo a largo plazo, dado que esta planta por su fisiología y desarrollo cambiará las aptitudes del suelo.

Las propiedades físicas del suelo están condicionadas por la masa total del suelo y reflejan su comportamiento físico. Son aquellas que están relacionadas con la organización estructural de un suelo, que son utilizadas en su descripción o determinadas en el laboratorio y que equivalen a su arquitectura (Pinot, 2000)

También, otros autores señalan que se debe tener presente que se está planteando una especie arbórea exótica que presenta un gran consumo de agua, existiendo datos que aseveran que los eucaliptos pueden consumir más de 50 litros de agua diarios durante el verano. Por lo cual se advierte el riesgo de plantar esta especie, sobre todo en lugares que no tengan una disponibilidad de agua asegurada.

La calidad del suelo puede ser descrita por algunos indicadores físicos como densidad aparente, infiltración, porosidad, estructura, características de los agregados, etc. que influyen sobre diversos fenómenos como: el transporte de agua, nutrientes y aire, así como en la estimulación de procesos realizados por los microorganismos e invertebrados del suelo. Adicionalmente regula la emersión de las plántulas, la penetración de las raíces e influye en los procesos de erosión.

Densidad aparente

La densidad de volumen o densidad aparente se define como el peso seco del suelo por unidad de volumen de suelo inalterado, tal cual se encuentra en su emplazamiento natural, incluyendo el espacio poroso (Pinot, 2000). Es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces. También se usa para convertir datos expresados en concentraciones a masa o volumen, cálculos muy utilizados en fertilidad y fertilización de cultivos extensivos.

Para medir la densidad aparente se retira del campo una muestra de suelo de volumen conocido y se seca en el horno a 105°C, hasta que alcanza un peso constante. La densidad aparente se calcula dividiendo el peso seco del suelo por el volumen que ocupaba en el campo.

La densidad aparente al igual que la textura influye en la retención de humedad del suelo y en la profundidad radicular que puedan desarrollar los cultivos. En un suelo arenoso la densidad aparente es alta, mientras que en un suelo arcilloso esta densidad es baja, siempre que este último no se encuentre compactado. La densidad aparente puede ser alterada por las labores de cultivo: ya sea disminuyéndola o aumentándola por la compactación.

Densidad real

Se designa de esta forma a la densidad de la fase sólida. Es un valor muy permanente pues la mayor parte de los minerales arcillosos presentan una densidad que está alrededor de 2.65 gramos por centímetro cúbico. Muy semejante es la de los minerales más abundantes en las arenas, como cuarzo, feldespatos, etc. Los carbonatos presentan una densidad algo menor, así como la materia orgánica, que puede llegar a valores de 0.1; por lo que en horizontes muy orgánicos o carbonatados habría que reconsiderar el valor anterior, fundamentalmente en los primeros en los que puede calcularse aplicando los valores citados a los contenidos relativos de fracción mineral y orgánica.

Porosidad

El espacio poroso del suelo se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% materiales sólidos (45% minerales y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros donde agua, nutrientes, aire y gases pueden circular o retenerse. Los macro poros no retienen agua contra la fuerza de la gravedad, son responsables del drenaje, aireación del suelo y constituyen el espacio donde se forman las raíces. Los micro poros retienen agua y parte de la cual es disponible para las plantas.

2.3. Aspectos Químicos cultivo Eucalipto greens vc. silver dollar (Eucalyptus polyanthemus)

Dentro de la calidad del suelo está inmersa la fertilidad que puede ser evaluada por medio de indicadores químicos como el pH, Capacidad de Intercambio Catiónico, Carbono orgánico total, saturación de bases, etc. De la interacción de todos estos atributos que definen la fertilidad depende la producción vegetal en los agroecosistemas. Dentro de los componentes químicos se destaca el Carbono orgánico, del cual dependen directamente la diversidad y actividad de las poblaciones de fauna edáfica y microorganismos, así como muchas otras propiedades del suelo

Dentro de las propiedades químicas existe un proceso que es fundamental para la fertilidad del suelo y se trata del intercambio iónico entre el complejo de cambio (fase sólida o coloidal); con la solución del suelo que es de donde pueden absorber nutrientes las plantas. El complejo de cambio contiene cationes de Ca, Mg, K, Na, etc. adsorbidos. Estos iones al ser positivos pueden ser intercambiados por iones de la misma carga de la solución del suelo, surtiéndola nuevamente de los nutrientes extraídos (Ortega, D. 1995).

Nutrientes y su importancia

La relación N:P:K

Nitrógeno

El nitrógeno (N) es el elemento más abundante en las plantas, representando entre el 2 y 4% de su materia seca. Es parte de la clorofila y es responsable del color verde oscuro de tallos y hojas, del crecimiento vigoroso, macollaje, producción de hojas, y del alargamiento y formación de los granos. El nitrógeno es muy abundante en la atmósfera; sin embargo, las plantas no pueden utilizarlo en su forma elemental y tienen que obtenerlo del suelo principalmente en forma de nitratos o amonio.

La fijación biológica de nitrógeno es un proceso clave en la biósfera, por el cual microorganismos portadores de la enzima nitrogenasa convierten el nitrógeno gaseoso en nitrógeno combinado. El grupo de bacterias -al que se conoce colectivamente como rizobios- induce en las raíces o en el tallo de las leguminosas, la formación de estructuras especializadas (nódulos), dentro de los cuales el nitrógeno gaseoso es reducido a amonio.

Se estima que este proceso contribuye entre el 60-80% de la fijación biológica de nitrógeno. La simbiosis es inhibida si existe un exceso de nitrato o amonio en el suelo. Esta simbiosis contribuye con una parte considerable del nitrógeno combinado en la tierra y permite a las plantas leguminosas crecer sin fertilizantes nitrogenados y sin empobrecer los suelos; por tanto, se recomienda aplicar dosis bajas (25 a 30 kg/ha), que suplan el periodo entre la germinación y el comienzo de la fijación simbiótica, ya que en plantas que han nodulado normalmente pueden haber deficiencias.

Fósforo

El fósforo (P) en las plantas es menos abundante en comparación con N y K. Su contenido en plantas deficientes en P normalmente alcanza a 0,1% de P en la materia seca. El P es un elemento esencial para el crecimiento, la división celular, elongación radical, desarrollo de semillas y frutos y madurez temprana. Los síntomas de deficiencia normalmente comienzan en las hojas más viejas y se caracterizan por una coloración azul-verdosa a rojiza.

La corrección de P en el suelo se logra con fertilización a la siembra, donde las dosis serán en función del tipo de suelo y la magnitud de la deficiencia.

Potasio

El potasio (K) es el segundo mineral más abundante en la planta después del nitrógeno. El K está involucrado en la actividad de más de 60 enzimas, en la fotosíntesis y en el movimiento de sus productos (fotosintatos) a los órganos de almacenamiento (semillas), en la economía del agua y en la generación de resistencia contra varias plagas, enfermedades y condiciones de estrés.

El síntoma general de deficiencia de K es la clorosis a lo largo del borde de la hoja, seguido por una quemadura de las hojas viejas. Los síntomas aparecen en las hojas viejas debido a la movilidad de este nutriente. Las plantas muestran crecimiento achaparrado y entrenudos acortados.

Elementos mayores: son tres nutrientes requeridos en mayor cantidad.

Nitrógeno (N): este elemento aporta para la formación de proteínas y enzimas en conjunto con el magnesio; es el encargado de dar color verde a la planta denominada clorofila.

Importancia: favorece el crecimiento, el 80% del aire es Nitrógeno es el componente de las proteínas y de los compuestos orgánicos.

Deficiencia: ocasiona bajos rendimientos, la madurez débil, hojas de color verde claro y madurez prematura.

Exceso: este elemento en exceso torna las hojas de color verde azulado oscuro, causa poca resistencia frente a plagas y enfermedades, madurez retardada, la capacidad de almacenamiento es reducida.

Fosforo (P): interviene en la fotosíntesis, transforma la energía solar en energía química, facilita el crecimiento de la planta también promueve raíces y flores. Interviene con la división o alargamiento celular actúa como un escudo creando resistencia en la planta a bajas temperaturas y enfermedades.

Importancia: es un elemento esencial en los compuestos proteicos, influye en la formación de semillas y raíces es necesario en todos los ciclos de la planta.

Deficiencia: malformación de raíces, retraso en la floración y maduración, también se presentan bajos rendimientos y deficiente madurez.

Exceso: este elemento en exceso bloquea la fijación de Zinc en el suelo.

Potasio (K): ayuda a la translocación de elementos es decir la planta absorbe mayor cantidad de nutrientes, incrementa el proceso de la fotosíntesis, mayor absorción de CO₂ realiza la formación de azúcares y actúa como transporte de nutrientes en forma de proteínas.

Importancia: influye en la firmeza del tejido en el tallo aporta resistencia y calidad en la conformación del fruto, es un elemento importante en la síntesis de proteínas e hidratos de Carbono.

Deficiencia: ocasiona poca estabilidad de la planta, baja el rendimiento, requiere la planta mayor cantidad de agua, mala calidad y pérdida de productos cosechados, poca resistencia a heladas, a plagas y enfermedades, la deficiencia de este elemento bloquea la síntesis de proteínas (afecta el proceso del Nitrógeno).

Exceso: este nutriente en exceso bloquea la fijación de magnesio y calcio ocasionando reducción en la calidad alimenticia de la planta.

Elementos menores

Los micronutrientes o elementos menores como su nombre indica son requeridos en cantidades más bajas, pero no pueden dejarse de aplicar ya que estos tienen funciones muy notorias en las plantas.

- **Calcio (Ca):** aparte de contrarrestar acidez, contribuye en la estructura celular, fortalece las raíces, regula la absorción de nutrientes, ayuda al transporte de nutrientes, a la formación y crecimiento de las semillas al vigor de la planta y la maduración de los frutos.

- Magnesio (Mg): forma parte de la clorofila, actúa como activador enzimático, interviene en el crecimiento de las plantas a través de la formación hormonal. La deficiencia de este elemento ocasiona clorosis y necrosis intervenal en las hojas.
- Azufre (S): el S, P, y N ayudan en la formación de las proteínas contribuye en la formación de raíces y producción de las semillas hace que las plantas sean más resistentes al frío.
- Hierro (Fe): es un elemento fundamental en la formación de clorofila.
- Cobre (Cu): aporta en el crecimiento vegetal activa las enzimas y forma parte del proceso de la clorofila, activa el proceso de la formación de las raíces.
- Zinc (Zn): este elemento controla el crecimiento vegetal, ayuda en la formación de auxinas, esencial hidrato de carbono, H, O, C.
- Cloro (Cl): interviene en el metabolismo de las plantas.
- Manganeso (Mn): aporta en la formación de clorofila, descomposición de carbohidratos, ayuda en el proceso enzimático, aporta al metabolismo del Nitrógeno.
- Molibdeno (Mo): en leguminosas el Mo fija Nitrógeno atmosférico.
- Boro (B): contribuye a la formación de carbohidratos, es esencial en el cuajamiento de flores, desarrollo de las semillas y los frutos.
- Cobalto (Co) contribuye con la síntesis de Nitrógeno y formación de coenzimas.
- Silicio (Si) promueve el crecimiento, la producción, la fotosíntesis, formación de nódulos, crea resistencia en las plantas al estrés, a plagas y enfermedades ya que ocasiona que el tejido de las hojas sea más doble. También ayuda a regular el agua en la planta. (Ortega, D. 1995)

El análisis de suelos es una herramienta de gran utilidad para diagnosticar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización. Entre sus ventajas se destaca por ser un método rápido y de bajo costo, que le permite ser utilizado ampliamente por agricultores y empresas. La interpretación de los análisis se basa en estudios de correlación y calibración con la respuesta de las plantas a la aplicación de una cantidad dada del nutriente. El análisis de suelos está basado en la teoría de que existe un “nivel

crítico” en relación al procedimiento analítico utilizado y a la respuesta del cultivo cuando se aplica un determinado nutriente. Cuando el nivel de un nutriente se encuentra debajo o por encima del nivel crítico, el crecimiento de la planta se verá afectado en forma negativa o positiva según dicha concentración.

Con el análisis de suelos se pretende determinar el grado de suficiencia o deficiencia de los nutrientes del suelo, así como las condiciones adversas que pueden perjudicar a los cultivos, tales como la acidez excesiva, la salinidad, y la toxicidad de algunos elementos.

El análisis de suelo permite determinar el grado de fertilidad del suelo. La fertilidad es vital para que un suelo sea productivo, aunque un suelo fértil no necesariamente es productivo, debido a que existen otros factores de tipo físico como el mal drenaje, escasa profundidad, piedra superficial, déficit de humedad, etc, que pueden limitar la producción, aún cuando la fertilidad del suelo sea adecuada. El grado de potencial productivo de un suelo está determinado por sus características químicas y físicas.

El análisis de suelos cumple con dos funciones básicas (INPOFOS 1997), indica los niveles nutricionales en el suelo y por lo tanto es útil para desarrollar un programa de fertilización sirve para monitorear en forma regular los cambios en la fertilidad del suelo que ocurren como consecuencia de la explotación agrícola y los efectos residuales de la aplicación de fertilizantes

2.4. Fertilización cultivo Eucalipto greens vc. silver dollar (Eucalyptus polyanthemos)

La fertilización es una de las prácticas más importantes para obtener altas producciones en la agricultura. Las plantas requieren 16 elementos nutricionales para llevar a cabo su normal desarrollo y producción; los cuales se dividen en no minerales (C, H, O) y minerales que a su vez se clasifican en macro elementos (N, P, K) y micro elementos (Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, B, Mo, Zn, Cl, Co y Si) su dosis varía dependiendo del estado de la planta, las características físicas y químicas del suelo, las condiciones climáticas entre otros factores.

fertilizantes

Se denomina fertilizante o abono a sustancias de origen vegetal, animal, mineral o sintético, que contienen nutrientes que se utilizan para mejorar y enriquecer las características físicas, químicas y biológicas del suelo, con el objetivo de conservar los nutrimentos del suelo y lograr el buen desarrollo de las plantas.

El objetivo de los fertilizantes es proveer los nutrientes que las plantas necesitan para producir más alimento, de mejor calidad, aumentar la economía de los agricultores creando bienestar a una familia, comunidad y país. Con la incorporación de los fertilizantes también se mejora la fertilidad de los suelos que han sido manipulados de forma inadecuada, y/o sobre explotados. En los últimos años la utilización de los fertilizantes se ha convertido en una necesidad para poder aumentar la producción y aumentar los ingresos de los agricultores, esto ha sucedido por que los suelos han sido sobre explotados, porque el material que se siembra tiene su paquete tecnológico (fertilización, manejo de plagas y enfermedades, etc.) en caso de no realizar las practicas que exige el material a sembrar no se obtiene ninguna producción o es muy mínima ocasionando pérdidas al productor. El abono orgánico mejora la eficiencia de los fertilizantes químicos. Existen 2 tipos de fertilizantes: químicos y orgánicos. (FAO y GTIS. 2015)

Fertilización química

Los fertilizantes químicos son nutrientes de origen mineral extraídos de la tierra o sintéticos elaborados por el hombre. Se llaman fertilizantes químico – inorgánicos son de asimilación rápida ejemplo el nitrato que al ser aplicado sobre la superficie estimula el crecimiento y vigor de la planta. Todas las plantas necesitan de 16 elementos. Distribuidos en elementos mayores y menores.

Fertilización orgánica

Los fertilizantes orgánicos se forman a partir de procesos naturales es decir el hombre no interviene en su formación. Estos pueden ser de origen mineral, animal vegetal o mixto. Entre ellos abono a partir de estiércol de animales, residuos de cosecha, lombricompost, compostajes, yeso agrícola, entre otros. Estos fertilizantes son de asimilación lenta, ya que en el caso del nitrógeno orgánico las bacterias nitrificantes del suelo deben transformarlo en nitrógeno inorgánico para poder ser absorbido por las raíces de las plantas, el tiempo en que tardan las bacterias en transformar depende del terreno, las condiciones de temperatura y humedad.

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Beneficios del uso de abonos orgánicos.

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo.

El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada

por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

La composición y contenido de los nutrientes de los estiércoles varía mucho según la especie de animal, el tipo de manejo y el estado de descomposición de los estiércoles. La gallinaza es el estiércol más rico en nitrógeno, en promedio contiene el doble del valor nutritivo del estiércol de vacuno.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

Gallinaza: La industria avícola, debido a su producción intensiva tiene el potencial de proveer además de huevo y carne, materiales de desecho orgánico y de calidad como la gallinaza. Este material tiene grandes ventajas para incrementar la producción de los cultivos, entre las más importantes están: el aporte de nutrientes como N, P y K, e incremento de la materia orgánica del suelo. Son esencialmente excretas de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevo o bien durante periodos de desarrollo de este tipo de aves, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. (Estrada M.2005)

La gallinaza es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta. Es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo. Como ya se ha indicado, la calidad de la gallinaza y su potencial en el aporte de nutrientes depende de varios factores. Lo ideal es que antes de utilizar la gallinaza como fuente de nutrientes, se procure analizarla en un laboratorio de confianza. Al contar con un análisis químico robusto se puede conocer el aporte real esperado de un material en particular, además es una guía para definir la dosis de aplicación. La gallinaza en comparación con otros abonos orgánicos tiene un mayor aporte nutrimental

Los estiércoles: Son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol. La estimación de la cantidad producida por un animal puede hacerse de la siguiente manera: Peso promedio del animal x 20 = cantidad de estiércol/animal/año.

La calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se les da a los estiércoles antes de ser aplicados. El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de N, 0,7% P y 1,7% K. Los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10//ha al año, y de preferencia de manera diversificada.

Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada.

Los biofertilizantes: es materia (suelo) que contiene microorganismos vivos benéficos por ejemplo las micorrizas, que se aplican al suelo para que transformen el material vegetal o restos de animales en materia orgánica rica en nutrientes que actúa como alimento para el crecimiento y desarrollo de la raíz de la planta esta práctica se realiza con el fin de conservar el suelo y que los microorganismos procesen los nutrientes para que sean disponibles para la planta.

La composta o lombricompost: son ácidos húmicos y/o fulvicos que se originan en el suelo a partir de restos de vegetales como los desechos orgánicos de cocina que las lombrices rojas californianas transforma en ácidos húmicos y fulvicos 100% alimento para la planta son como las Fitohormonas (Giberelinas y Auxinas). Los aminoácidos se obtienen de algas o del colágeno de origen animal, tienen una mayor asimilación nutricional por las plantas. La composta y los aminoácidos complementan la fertilización química con el fin de obtener una producción más sana.

En la fertilización orgánica también hay fertilizantes inorgánicos se catalogan como orgánicos porque no sufren ningún proceso químico donde transformen sus características, estos son las dolomitas, el Cloruro de Potasio, los Fosfatos naturales, las roas silíceas, el sulfato de Magnesio conocido comercialmente como Kieseritas, los sulfatos de Calcio llamado también yeso agrícola, carbonato de Calcio, sulfato doble de Potasio y Magnesio llamado comercialmente Patenkalli, Magnesias, entre otros.

Plan de fertilización

Cultivos diferentes necesitan cantidades específicas de nutrientes. Además, la cantidad de nutrientes necesaria depende en gran parte del rendimiento obtenido (o esperado) del cultivo. Las diferentes cantidades de nutrientes extraídas por algunos cultivos mundiales con rendimientos buenos.

Las diferentes variedades de un cultivo también diferirán en sus requerimientos de nutrientes y su respuesta a los fertilizantes. Una variedad local no responderá tan bien a los fertilizantes como una variedad mejorada; por ejemplo, el maíz híbrido dará a menudo una mejor respuesta a los fertilizantes y producirá rendimientos mucho más altos que las variedades locales.

Como no se tienen antecedentes en cuanto a los requerimientos de esta especie, la literatura sugiere una fertilización previa al establecimiento para elevar los niveles de disponibilidad de los distintos elementos en el suelo. aumentando los niveles de nitrógeno y potasio de acuerdo a lo aconsejado por la literatura para las plantaciones forestales con esta especie. Por tanto, la fertilización debe consistir en: Cal 2000 kg ha⁻¹, incorporados al suelo previo a la plantación; P₂O₅: 250 kg ha⁻¹ como SFT; K₂O: 150 kg ha⁻¹; S: 100 kg ha⁻¹; N: 50 kg ha⁻¹ y Boronato de calcita: 10 kg ha⁻¹, al hoyo de plantación.

En cuanto a las fertilizaciones de mantención, se debe realizar una fertilización completa que consistente en: Cal 500 kg ha⁻¹, P₂O₅: 100 kg ha⁻¹; K₂O: 100 kg ha⁻¹; N: 150 kg ha⁻¹; Boronato de calcita: 20 kg ha⁻¹, parcializado en 2 veces. Finalmente se debe realizar una de: P₂O₅: 50 kg ha⁻¹; K₂O: 50 kg ha⁻¹; N: 150 kg ha⁻¹. En cuanto a la fertilización nitrogenada anualmente se deben aplicaban 150 Kg de N, parcializados en tres dosis. (Chahín, Ma. G. 2012)

La fertilización al establecimiento consistió en: Cal 2000 kg ha⁻¹, incorporados al suelo previo a la plantación. Para iniciar debe tenerse a la mano los análisis de suelo del lote, porque pasados los 30 días después de sembrado se debe realizar la primera fertilización. La fertilización se realiza cada 3 o 4 meses dependiendo del requerimiento del cultivo.

En la época de levante el suelo requiere altas concentraciones de fósforo (P) y nitrógeno (N) para poder desarrollar su sistema radicular y follaje. También requiere de los elementos menores para realizar la división celular, elongación de raíces, tallo, ramas, etc.

En la época de producción requiere de los 16 elementos nutricionales los macroelementos N, P, K y micro elementos (Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, B, Mo, Zn, Cl, Co y Si) para poder llevar a cabo su máxima producción. (Sadeghian, 2008).

En el cultivo de eucalipto se han obtenido mejores resultados cuando el fertilizante se aplica en los primeros seis meses de la plantación; la aplicación un año más tarde no produce los mismos resultados y el efecto es mínimo o inexistente. Al aumentar la edad de los eucaliptos es menor la exigencia nutricional. Además, fertilizaciones repetidas mejorarían la nutrición y el crecimiento de los eucaliptos sobre suelos pobres y poco profundos, junto con una preparación adecuada del terreno. La mayor respuesta se obtiene con nitrógeno (N), mientras que el fósforo (P) produce un efecto menor en el crecimiento; en conjunto, estos elementos aumentarían la biomasa aérea o área foliar.

Tendencia a la fertilización orgánica

En los últimos años existe la tendencia a fertilizar los cultivos con productos orgánicos para mejorar producciones, recuperar suelos, contribuir con la conservación al medio ambiente y evitar el consumo de productos tóxicos que afectan la salud de la humanidad.

La teoría sobre agricultura orgánica sugiere que estos agroecosistemas pueden ser sustentablemente productivos (Altieri, M. 1999). Los argumentos más comunes para

sostener esta afirmación se basan en que este manejo busca eliminar del sistema la dependencia por insumos externos, especialmente aquellos de síntesis química (Altieri, M. 2008); para esto es necesaria la reposición la fertilidad del suelo por medio de abonos orgánicos que garanticen la oferta de nutrientes para las plantas. También se busca eliminar productos químicos posiblemente tóxicos como pesticidas, realizando un manejo integrado de plagas (Altieri, M. 1999), y con el fin de alcanzar una mayor autorregulación ambiental; se visa al aumento de la diversidad agregando numerosos cultivos y rotándolos (Altieri, M. 2008).



Figura 3. Fertilizante SOLAID Fuente propia

Solaid Agregado

Es un abono orgánico elaborado de residuos vegetales, provenientes de material de plazas de mercado y agroindustrias. Este abono tiene un proceso de compostaje de sesenta días, durante los cuales la temperatura llega a 70°C, eliminando los patógenos y las plagas. Solaid® combina nutrientes de lenta liberación y un gran número de hongos y bacterias de la rizosfera que colonizan la zona de la raíz ayudando en la disponibilidad y asimilación de nutrientes.

Es un fertilizante orgánico mineral de liberación gradual de nutrientes para uso edáfico que se obtiene mediante procesos de compostaje Open Windrow con tecnología CMC (Compostaje Microbiológicamente Controlado), en el cual se alcanzan temperaturas que eliminan los patógenos y las semillas de malezas. Cuidadoso sistema de producción, clasificación de materias primas, pilas de compostaje aeróbicas, aireación controlada y mecanizada, regulación de indicadores de temperatura, humedad y oxígeno en cada fase del proceso (termófilo, mesófilo y maduración), dando como resultado un producto estable, seguro y listo para su uso. Este producto no se lixivia, no se evapora, no contiene elementos tóxicos y permanece en el suelo liberando nutrientes. Actúa al contacto con el suelo y la humedad. Los microorganismos se activan por largos períodos de tiempo liberando, fijando, elaborando y solubilizando nutrientes presentes en el suelo.

Las raíces consiguen absorción oportuna de nutrientes, fortalecimiento de raíces y vigor de sus estructuras aéreas. Su uso continuo genera un proceso de recuperación y humificación de la materia orgánica en el suelo, activando la recuperación del mismo y disponiendo de una concentración mayor de nutrientes, generando así cultivos más sanos y productivos a un menor costo.

2.5. Labores culturales

Manejo de Arvenses

Las arvenses, en el sentido agronómico, representan plantas sin valor económico o que crecen fuera de lugar interfiriendo en la actividad de los cultivos, afectando su

capacidad de producción y desarrollo normal por la competencia de agua, luz, nutrientes y espacio físico, o por la producción de sustancias nocivas para el cultivo.

Sin embargo, las arvenses parecen jugar dentro del agro ecosistema, un papel mucho más importante de lo que hasta hoy se conoce. Un ejemplo demostrado es que muchas de ellas se desarrollan en áreas sometidas a barbecho y sirven para prevenir la erosión del suelo y reciclar sus nutrientes y minerales (Cock, M. J.1996) También se ha asegurado que ellas sirven de reservorio de organismos benéficos para el control general de plagas; por ello el concepto de arvenses es relativo.

La cobertura vegetal ofrece al suelo una protección ante la lluvia y la escorrentía, aumenta la resistencia hidráulica. Ente las ventajas del uso de cobertura vegetal podemos encontrar:

- Mejora retención de la humedad del suelo al reducir la evaporación.
- Reduce la incidencia de enfermedades al evitar salpique de agua y suelo al follaje de las plantas.
- Favorece el incremento en el proceso microbiológico del suelo por el aumento de materia orgánica.
- Crea un micro clima (temperatura y humedad)

Con el manejo adecuado de arvenses, se consigue además la protección de los suelos contra la erosión, la regulación de las aguas de escorrentía, la conservación de la biodiversidad genética y la reducción de los costos de los desyerbes hasta un 85 % (Altieri, M. A.1999).

El Manejo Integrado de Arvenses, como su nombre lo indica, comprende la integración de varias prácticas de control para mantener a las malezas en un punto en que no compitan con el cultivo. No se trata de hacerlas desaparecer, ya que esta es una práctica antiecológica. El control de malezas puede ser cultural, es decir, con herramientas como machete o equipos como guadañas, puede ser químico mediante aplicación de herbicidas. (Díaz Mendoza Claudia, 2011)

Riesgos en el uso de herbicidas

El control químico de malezas se realiza interrumpiendo el crecimiento o inhibiéndolo por medio de sustancias de origen natural o químico que actúan sobre la planta provocando su muerte. Sin embargo, una mala cobertura o aplicación de dosis fuera del rango recomendado tiene consecuencias como la persistencia de las malezas y que estas compitan con el cultivo por nutrientes, espacio y luz, y el posible riesgo de desarrollo de resistencia. (INTAGRI. 2017)

La resistencia es la capacidad de las malezas de sobrevivir a un tratamiento con herbicida y además es heredable. La falta de conocimientos técnicos para la elección de herbicidas con diferente modo de acción y la aplicación poco eficiente y oportuna del producto han provocado que muchas poblaciones de malezas tengan resistencia a algunos ingredientes activos

Podas

Las primeras floraciones tenderán a producirse sobre brotes relativamente cortos y lo que se buscará será la producción de ramas y más follaje antes de que se establezca la floración, para lo cual se separan las primeras yemas florales tan pronto como son visibles. Las ramas principales se acortan cuatro o seis yemas desde su base y se eliminan por completo los vástagos débiles.

Metodología

Para la ejecución del proyecto de investigación aplicada cuyo objetivo consiste en estudiar el impacto de la producción orgánica de *Eucalyptus greens* vs. *Silver dollar* en las características fisicoquímicas del suelo, principalmente se evaluarán las variables físicas y químicas del sistema productivo orgánico antes y después de su establecimiento.

En primer lugar, se debe caracterizar el sistema productivo en este caso producción orgánica de *Eucalyptus greens* vs. *Silver dollar*, luego se deben valorar los indicadores Físicos y químicos que se deben comparar.

En el siguiente grafico se describe el diagrama metodológico:



Figura 4. Diagrama metodológico. Fuente propia

Tipo de Investigación: Investigación cualitativa, la recolección de información se basará en la observación de comportamientos naturales, discursos, respuestas abiertas para la posterior interpretación de significados.

Técnica de investigación: Observación-Deducción, ya que el proceso se inició acudiendo a la experiencia personal y participación del mismo; partiendo de una situación general, explicada por un marco teórico general y aplicado a una realidad concreta.

Fuentes de información primaria: Fuentes de información primaria: La recolección de la información relacionada con el estado actual de la deforestación de la zona objeto y del cultivo, se utilizará la observación directa de un cultivo establecido en la región y análisis de Laboratorio.

Fuentes de Información secundaria: Se tendrá en cuenta información suministrada por entidades públicas y privadas, por medio de estudios y estadísticas, de igual manera libros, documentos, tesis y manuales publicados en Internet. Identificación

3.1. Actividades de Caracterización

El terreno donde se realizó el establecimiento del cultivo es de 2 fanegadas y se encuentra ubicado en el municipio de Albán Cundinamarca, el terreno fue usado por muchos años para el cultivo de caña.

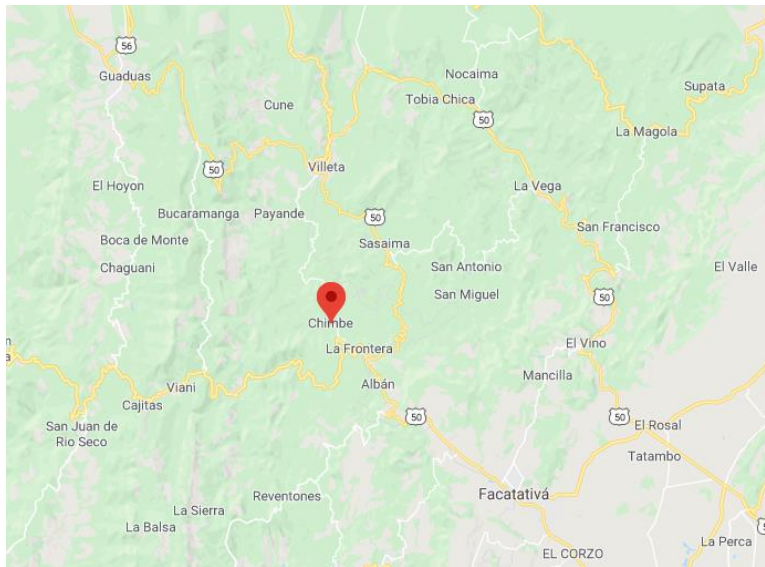


Figura 5. Mapa Caracterización. Google

- **ALTURA:** 1630m.s.n.m
- **VEREDA:** Gascas
- **FINCA:** Guayabito
- **TOPOGRAFIA:** Ondulado y Pendiente

3.2. Toma de Muestras y Mediciones Iniciales

Dos meses antes de la implementación del cultivo se realizó un proceso de análisis de suelo, para conocer los nutrientes específicos que requiere su suelo y lograr la mayor efectividad. En este sentido el análisis de fertilidad de suelos permite, en conjunto con el conocimiento del cultivo, determinar las necesidades de adición de fertilizantes o enmiendas para suplir dichas necesidades y corregir las condiciones adversas, sirviendo como herramienta de decisión y contribuyendo al incremento productivo.

Se seleccionó un área homogénea dentro de la finca teniendo en cuenta: relieve, cultivo, aplicación de enmiendas o fertilizantes, color y textura del suelo.



Figura 6. Terreno inicial Fuente propia

Se escogió un recorrido tipo zigzag en el campo para cubrir todo el terreno; Se tomaron cerca de 20 submuestras de suelo.

Las muestras fueron homogenizadas y enviadas al laboratorio de Química Analítica de AGROSAVIA donde se realizarán los análisis de suelos

Con el método de anillos se toman muestras del suelo para el estudio de las propiedades físicas. El método consiste en retirar del campo elegido para el muestreo una muestra inalterada, mediante un instrumento con el que se pueda realizar esta labor. Se debe tener cuidado de no alterar la estructura que presenta el suelo en el momento del muestreo. Según el tipo de suelo y condiciones de humedad se pueden utilizar anillos metálicos o de cloruro de polivinilo (PVC).

Se diligencia la información solicitada por Agrosavia y se sella la bolsa con las muestras.





Figura 7. Toma muestra iniciales Fuente propia

3.3. Caracterización y análisis de laboratorio

Un mes luego del muestreo inicial se reciben los resultados de laboratorio que arrojaron los siguientes resultados

Tabla1. Resultados laboratorio de química analítica (química de suelos)

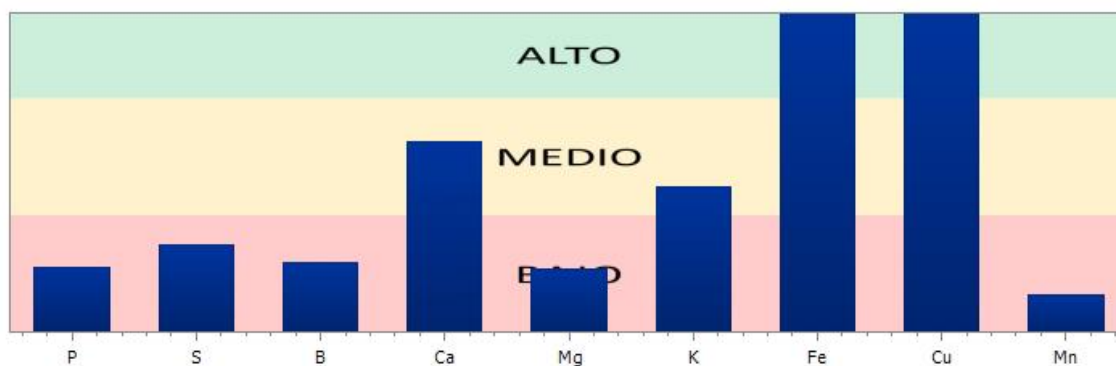
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No Indica
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	ND	Sin restricción
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	4.82	Bajo
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0,12	Bajo
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	4,7	Medio
Capacidad Interc Catiónico Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	6,83	Baja
Clase textural		Método de Bouyoucos	Ar-L	
Cobre (Cu) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	9.07	Alto
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008	0,27	No salino
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	VC-R-007 Versión 2	10,56	Bajo
Hierro (Fe) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	456.11	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	0,65	Bajo
Manganeso (Mn) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.59	Bajo
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Walkey & Black	1,9	Bajo
pH (1:2,5)	Unidades de pH	VC-R-004 Versión 03	5,07	Fuerte a extremadamente ácido
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	0.11	Bajo
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal
Saturación de Calcio	%	Cálculo	69	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	2	Bajo
Saturación de Potasio	%	Cálculo	0	Bajo
Saturación de Sodio	%	Cálculo	0	Normal
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	<0.14	Normal
Zinc (Zn) Olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	19.99	Alto
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	47.29	
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	11.76	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	40.95	

Tabla 2. Resultados Laboratorio física (densidad aparente. densidad real. porosidad total)

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,09	
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,39	
Porosidad Total	%	$(Dr-Da/Dr)*100$	54,56	

Tabla3. Interpretación y clasificación

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	muestra 1	INTERPRETACION
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	10,56	Bajo
Azufre (S) disponible	4,82	Bajo
Boro (B) Disponible	0,12	Bajo
Calcio (Ca) disponible	4,7	Medio
Magnesio (Mg) Disponible	0,65	Bajo
Potasio (K) Disponible	0,11	Bajo
Hierro (Fe) olsen Disponible	456,11	Alto
Cobre (Cu) olsen Disponible	9,07	Alto
Manganeso (Mn) olsen Disponible	1,59	Bajo
Zinc (Zn) olsen Disponible	19,99	Alto



Suelo de reacción fuerte a extremadamente ácido, sin problemas de Aluminio de cambio en el suelo. Disponibilidad limitada de Nitrógeno considerando el porcentaje bajo de materia orgánica, se requiere la aplicación de Nitrógeno. Para el Fósforo y Azufre, se recomienda su aplicación debido a sus bajos contenidos. Para las bases de cambio Calcio, Potasio y Magnesio, se recomienda su aplicación debido a sus moderados a bajos niveles en el suelo. En cuanto a los micronutrientes es recomendable la aplicación de Boro, se

recomienda su aplicación debido a sus bajos niveles, para Hierro, Zinc, y Manganeso, no se recomienda su aplicación actualmente.

3.4. Toma de Muestras y Mediciones Finales

Se evaluaron y analizaron los resultados de las muestras físicas y químicas emitidos por el laboratorio autorizado con metodologías validadas para los parámetros mencionados anteriormente. Con estos datos y la revisión bibliográfica se procedió a interpretar y analizar los resultados obtenidos para poder recomendar y mejorar el manejo.

Plantación

Preparación del suelo: Se manejan hileras de plantación cultivando unos 50 cm de suelo Se realiza rosa y limpia del terreno - Arreglo del terreno (tractorar y aflojar) 20 días antes de la siembra se desinfecta con Cal – se debe preparar el terreno con drenajes.

Plantas: Se adquieren las semillas y se mandan germinar en la empresa AGROIDEA especialista en germinación. 15 días luego se recogen en bolsas con sustrato, cuyo tamaño oscilaba entre 15 a 20 cm.

La siembra se realiza en hoyos de 50 cm de diámetro por 30 cm de hondo – distancia entre plantas de 1 metro y entre hilera 1,50 cm.

Sistema: el cultivo se estableció al aire libre en camellones para mejorar la aireación y drenaje. Las hileras se dispusieron en una orientación norte sur pensando evitar la sombra entre árboles.

Marco de plantación: 1,5 m sobre hilera y 2,5 m entre hilera, lo que da una densidad de 2.666 plantas por hectárea. La literatura señala que los árboles se deben plantar a una densidad de 3000 a 4000 plantas /ha. Mayores densidades se pueden utilizar, pero la vida productiva del cultivo se reduce a 10 años.

Plan de fertilización

De acuerdo a los resultados de laboratorio y las recomendaciones se establecen los nutrientes que debe contener el plan de fertilización:

CANTIDAD DE NUTRIENTES APORTADOS EN EL PLAN DE FERTILIZACIÓN									
NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO	CALCIO	MAGNESIO	AZUFRE	HIERRO	MANGANESO	ZINC	BORO
kg/ha									
66	30	45	18	12	26	0.0	0.0	0.0	0.4

Figura 8. Plan de fertilización

La fertilización al establecimiento consistió en: Cal 2000 kg ha⁻¹, incorporados al suelo previo a la plantación. Para iniciar debe tenerse a la mano los análisis de suelo del lote, porque pasados los 30 días después de sembrado se debe realiza la primera fertilización.

Esta primera fertilización se realiza con gallinaza, 2 puñados por planta al momento de la siembra.

La fertilización se realiza cada 3 o 4 meses dependiendo del requerimiento del cultivo, para este caso se realizo una primera a los 4 meses de la siembra y una segunda los 8 meses de la siembra se usó el abono orgánico *Solaid Agregado*, se aplica 200 g por planta en cada etapa de fertilización.

Durante el proceso de implementación del cultivo se realizaron labores culturales y manejo de arvenses en promedio cada 2 meses, es importante recalculer que a este cultivo no se le aplico ningún herbicida químico que pudiera afectar los análisis del suelo. Se realizo entre los surcos y se utilizo el machete y la guadaña, se cortaron los arvenses a una altura de 3 a 5 cm del suelo, sin dejarlo desnudo. Se permitió el cubrimiento del suelo con cobertura de las podas, lo cual permite proteger el suelo de la erosión y retardar la aparición de arvenses.

Culminando el octavo mes de la implementación del cultivo se realizó la segunda toma de muestras de suelo, para conocer los cambios generados con la fertilización orgánica:

- Se seleccionó un área homogénea dentro de la finca teniendo en cuenta: relieve, cultivo, aplicación de enmiendas o fertilizantes, color y textura del suelo.
- Se escogió un recorrido tipo zigzag en el campo para cubrir todo el terreno; Se tomaron cerca de 20 submuestras de suelo.

- Las muestras fueron homogenizadas y enviadas al laboratorio de Química Analítica de AGROSAVIA donde se realizarán los análisis de suelos
- Con el método de anillos se toman muestras del suelo para el estudio de las propiedades físicas.
- Se diligencia la información solicitada por Agrosavia y se sella la bolsa con las muestras.



Figura 9. Toma muestra finales Fuente propia

Resultados y Discusión

4.1. Resultados muestra final

Tabla 4. Resultados laboratorio de química analítica (química de suelos)

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	1,16	No Indica
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	0,82	Sin restricción
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	7,39	Bajo
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	0.42	Alto
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	28.61	Alto
Capacidad Interc Catiónico Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	29.25	Alta
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119	1,1	Bajo
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	6.12	Alto
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008	0.50	No salino
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	VC-R-007 Versión 2	15.69	Bajo
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	173.76	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	0.44	Bajo
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.35	Bajo
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkey & Black	2.76	Bajo
pH (1:2,5)	Unidades de pH	VC-R-004 Versión 03	6.80	Casi neutro o neutro
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	0.25	Medio
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	12	Normal
Saturación de Calcio	%	Cálculo	98	Alto
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	0.14	Normal
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	41.19	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	10	Bajo
Saturación de Potasio	%	Cálculo	4	Alto
Saturación de Sodio	%	Cálculo	1	Normal

Tabla 5. Resultados laboratorio física (densidad aparente. densidad real. porosidad total)

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,02	Excelente
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,29	
Porosidad Total	%	$(Dr-Da/Dr)*100$	55,46	

Tabla 6. Interpretación y clasificación

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	muestra 2	INTERPRETACION
Acidez (Al+H)	1,16	No Indica
Aluminio (Al) Intercambiable	0,82	Sin restricción
Azufre (S) disponible	7,39	Bajo
Boro (B) Disponible	0,42	Alto
Calcio (Ca) disponible	28,61	Alto
Capacidad Interc Catiónico Efect (CICE)	29,25	Alta
Cobre (Cu) olsen Disponible	6.12	Alto
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	0,5	No salino
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	15,69	Bajo
Hierro (Fe) olsen Disponible	173,76	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	0,44	Bajo
Manganeso (Mn) olsen Disponible	1,35	Bajo
Materia Orgánica (MO)	2,76	Bajo
pH (1:2,5)	6,8	Casi neutro o neutro
Potasio (K) Disponible	0,25	Medio
Saturación de Aluminio	12	Normal
Saturación de Calcio	98	Alto
Sodio (Na) Disponible	0,14	Normal
Zinc (Zn) olsen Disponible	41,19	Alto

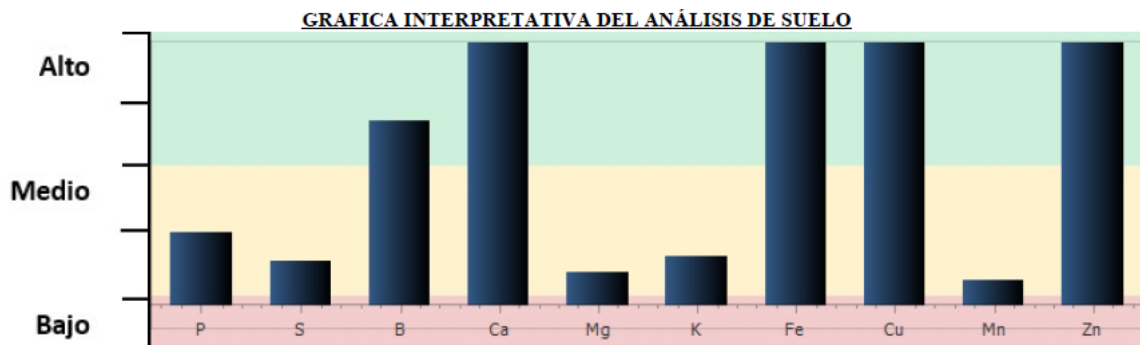


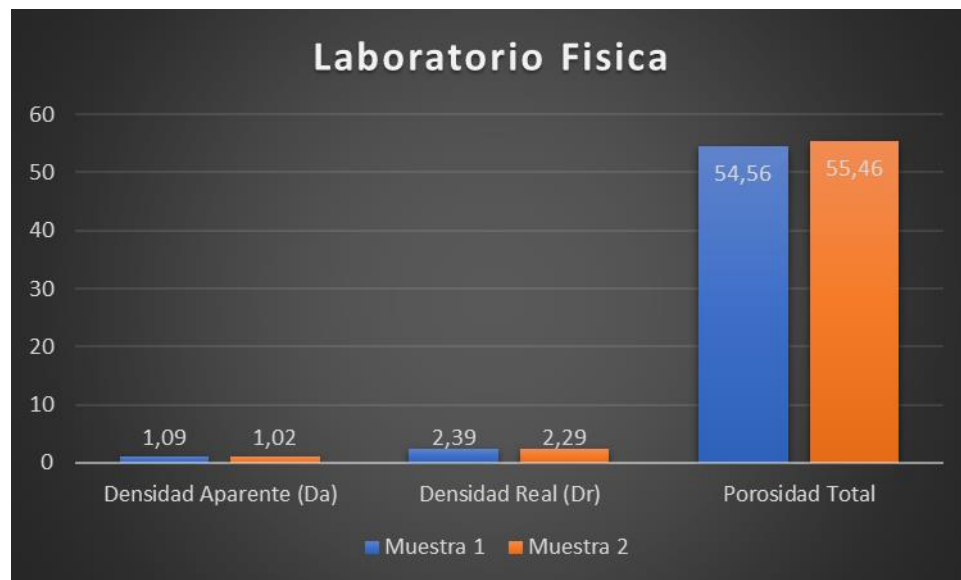
Figura 10. Interpretación análisis

4.2. Comparación muestras y resultados

Laboratorio físico

Tabla 7. Comparación propiedades físicas

Determinacion Analitica	Muestra 1	Muestra 2
Densidad Aparente (Da)	1,09	1,02
Densidad Real (Dr)	2,39	2,29
Porosidad Total	54,56	55,46



Se revisa y se pasa de una interpretación de Satisfactoria a Excelente, en general, las variables estudiadas presentaron pocas variaciones dentro de los estudios.

Laboratorio de química analítica

Tabla 8. Comparación propiedades químicas

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	m1	m2	Diferencia
Acidez (Al+H)	↓ 0	↑ 1,16	1,16
Aluminio (Al) Intercambiable	↓ 0	↑ 0,82	0,82
Azufre (S) disponible	↓ 4,82	↑ 7,39	2,57
Boro (B) Disponible	↓ 0,12	↑ 0,42	0,3
Calcio (Ca) disponible	↓ 4,7	↑ 28,61	23,91
Capacidad Interc Catiónico Efect (CICE)	↓ 6,83	↑ 29,25	22,42
Cobre (Cu) olsen Disponible	↑ 9,07	↓ 6,12	-2,95
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	↓ 0,27	↑ 0,5	0,23
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	↓ 10,56	↑ 15,69	5,13
Hierro (Fe) olsen Disponible	↑ 456,11	↓ 173,76	-282,35
Magnesio (Mg) Disponible	↑ 0,65	↓ 0,44	-0,21
Manganeso (Mn) olsen Disponible	↑ 1,59	↓ 1,35	-0,24
Materia Orgánica (MO)	↓ 1,9	↑ 2,76	0,86
pH (1:2,5)	↓ 5,07	↑ 6,8	1,73
Potasio (K) Disponible	↓ 0,11	↑ 0,25	0,14
Saturación de Aluminio	↓ 0	↑ 12	12
Saturación de Calcio	↓ 69	↑ 98	29
Sodio (Na) Disponible	↑ 0,14	↑ 0,14	0
Zinc (Zn) olsen Disponible	↓ 19,99	↑ 41,19	21,2

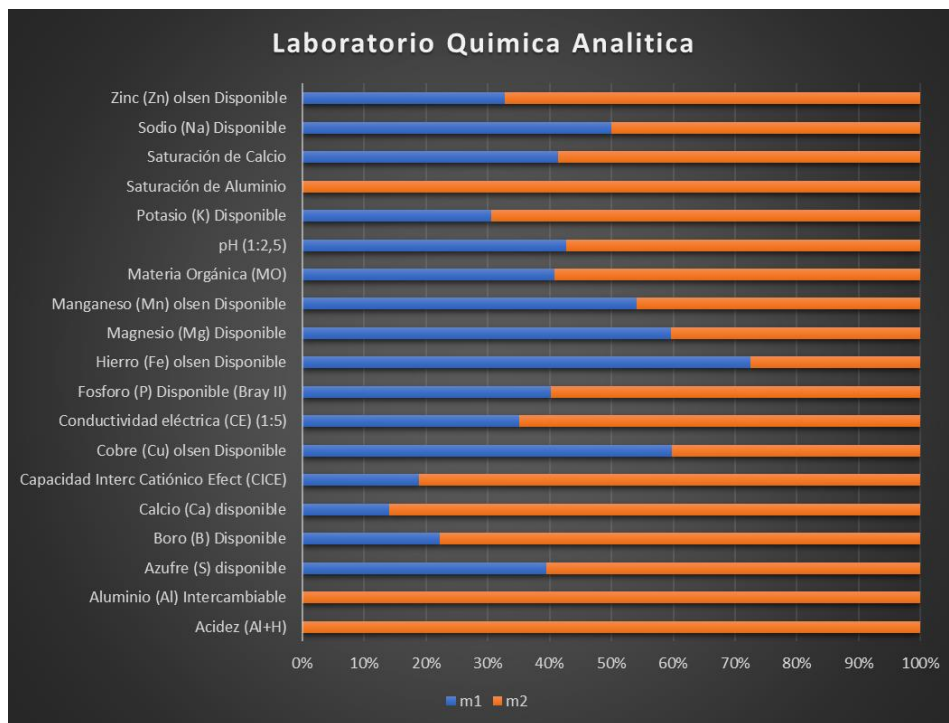
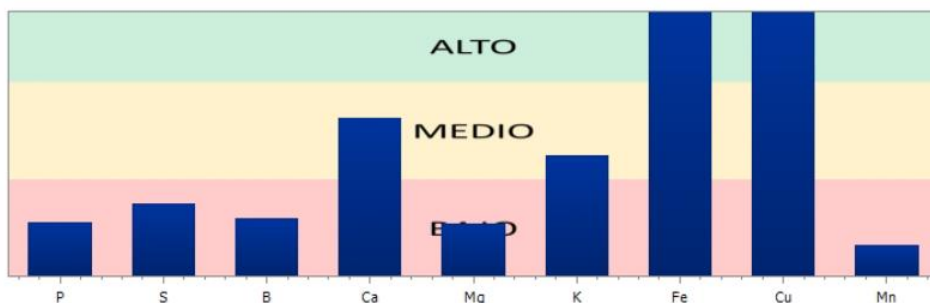


Figura 11. Interpretación análisis químico

Muestra 1



Muestra 2

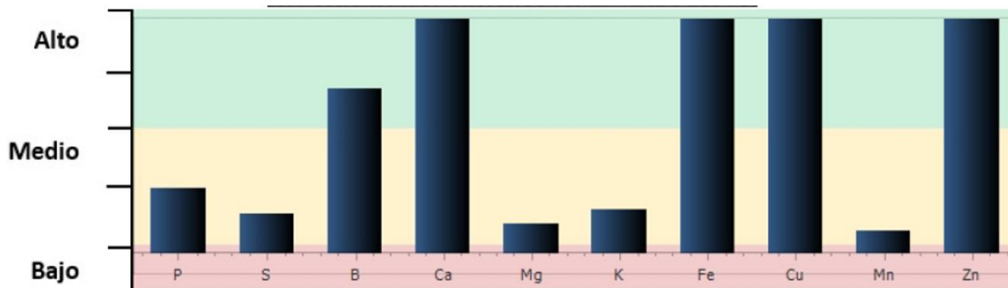


Figura 12. Interpretación análisis muestras

4.3 Análisis Macro y Micro nutrientes

Fosforo (P)

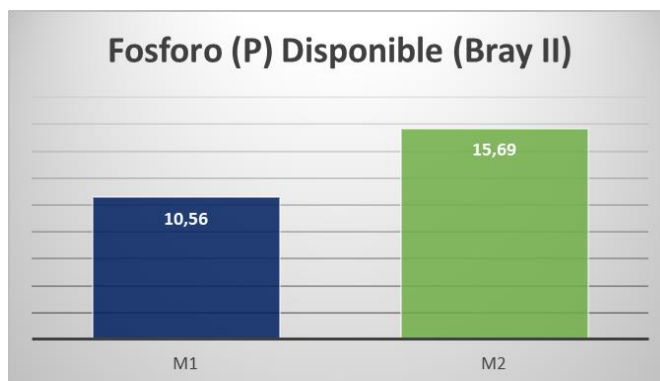


Figura 13. Comparación Fosforo

Se obtuvo un crecimiento de 5 puntos, aunque aún continua con una interpretación Baja, los efectos derivados del pH de la reacción del abono fosfórico en el suelo, pueden ser importantes, pero su sentido positivo, negativo o inocuo dependerá de las condiciones de suelo, de la especie cultivada, de las condiciones ambientales y del sistema de época de aplicación del producto.

Azufre (S)

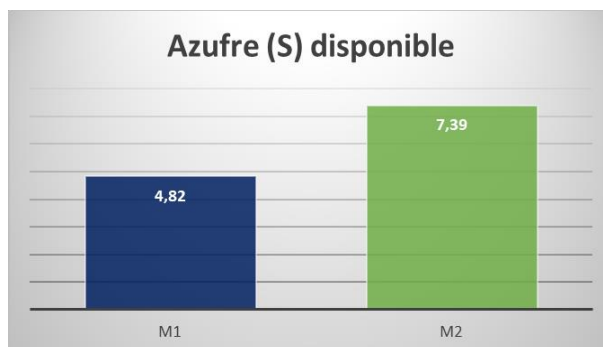


Figura 14. Comparación Azufre

Se obtuvo un crecimiento de 2,57 puntos, aunque aún continua con una interpretación Baja. Al descomponerse la materia orgánica, el azufre y el nitrógeno son liberados a la solución de suelo. Como consecuencia de esta compleja reacción, la concentración de estos nutrientes posiblemente varíe con el tiempo, condiciones ambientales y profundidad del suelo. Las recomendaciones de fertilización con azufre son

basadas en historial de los cultivos y, y hasta cierto punto, en el análisis de suelos, especialmente para forrajes.

Boro (B)

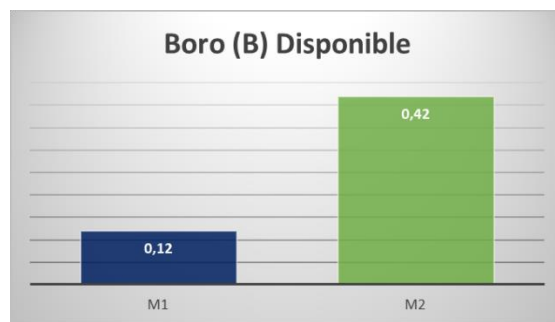


Figura 15. Comparación Boro

Se obtuvo un crecimiento de 3 puntos, se pasó de una interpretación baja a una alta. El Boro está ligado con la asimilación de calcio y con la transferencia de los azúcares dentro de la planta, Así, cuando la absorción de Calcio es elevada los requerimientos de Boro aumentan, lo que se observa en este estudio.

Calcio (Ca)

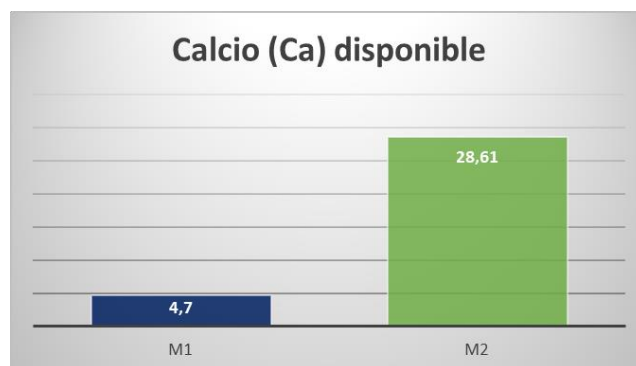


Figura 16. Comparación Calcio

Se obtuvo un crecimiento de 23,91 puntos, se pasó de una interpretación Media a alta. Posiblemente se deba a las partículas diferentes que existen en la textura del suelo que ayuda a su fijación. Dado que la movilidad del calcio en las plantas es limitada, la deficiencia de calcio aparece en las hojas más jóvenes, porque tienen una tasa de

transpiración muy baja. Por lo tanto, es necesario tener un suministro constante de calcio para un crecimiento continuo.

Magnesio (Mg)

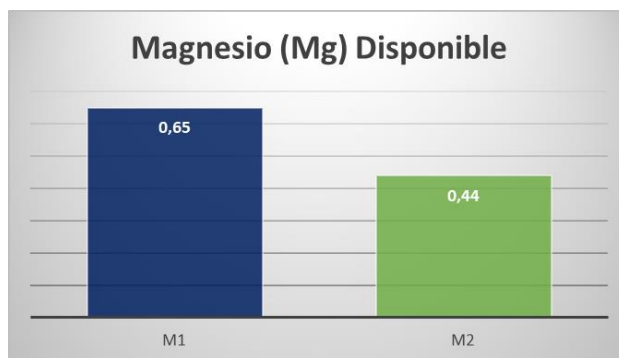


Figura 17. Comparación Magnesio

Se obtuvo un decrecimiento de 0,21 puntos, continua con una interpretación Baja. Es un componente esencial de la clorofila, es necesario para la formación de azúcar, ayuda a la asimilación de otros nutrientes, ayuda como transportador de fósforo en la planta, Promueve la formación de aceites y grasas. En ciertas formas corrige la acidez del suelo.

Potasio (K)

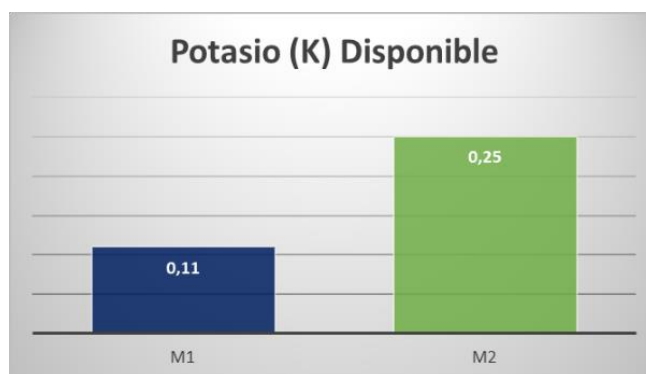


Figura 18. Comparación Potasio

Se obtuvo un crecimiento de 0,14 puntos, se pasó de una interpretación Baja a Media. siendo el K un elemento limitante ya que el eucalipto es una especie que consume mucho potasio, dejando un déficit en el suelo.

Hierro (FE)

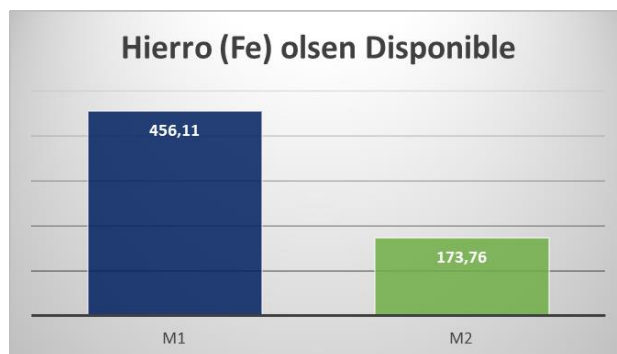


Figura 19. Comparación Hierro

Se obtuvo un decrecimiento de 282 puntos, continua con una interpretación Alta. Los niveles de hierro arriba de 200 ppm son algunas veces observados, pero dichos niveles no son tóxicos para una planta en la mayoría de los casos.

Materia Orgánica (MO)

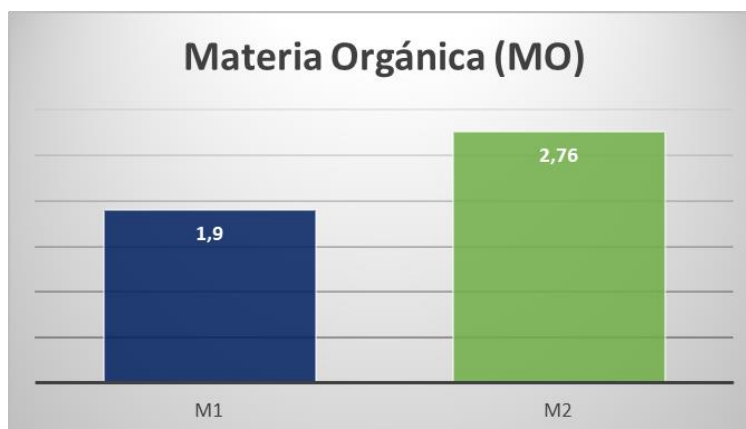


Figura 20. Comparación Materia Orgánica

Se obtuvo un crecimiento de 0,86 puntos, continua con una interpretación Baja. la aplicación de la gallinaza incrementa la presencia de materia orgánica, lo que ayuda en los procesos de mejoramiento del suelo en el tiempo, lo importante es obtener bioabonos de calidad y darles un manejo adecuado para que demuestren sus efectos, cumpliéndose así con uno de los objetivos planteados inicialmente.

PH

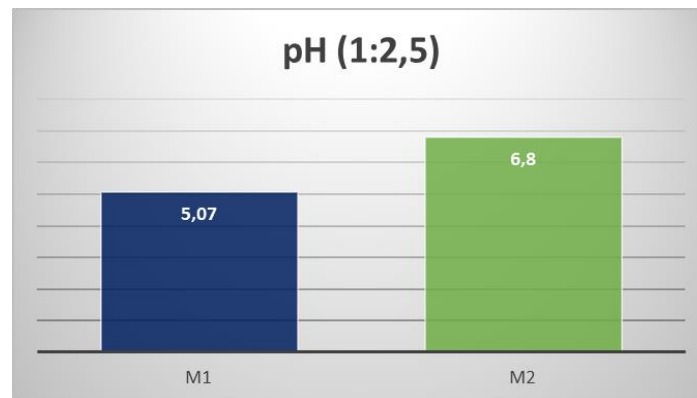


Figura 21. Comparación PH

Se obtuvo un crecimiento de 1,73 puntos, se paso de un suelo Fuerte/extremadamente Ácido a un suelo Casi neutro o neutro. En la mayoría de las plantas se puede observar visualmente el efecto negativo cuando el pH está por debajo de 4.8, se siguen las recomendaciones de cal para neutralizar la acidez en el suelo. El eucalipto prefiere pH de 5,5 a 6,4, pudiendo extraer buenos nutrientes de la mayoría de los suelos.

4.4. Observación directa en el cultivo

Además del apoyo en los análisis de suelo realizados, se valida directamente en el cultivo las mejoras en el sistema productivo, se evidencian las siguientes mejoras:

- Mayor producción, en comparación con cultivos de igual edad y sin un plan de fertilización.
- Follaje más verde.
- Aumento en la longitud de los tallos.



Figura 22. Comparación producción follaje

Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- El PH de la medición final se logro neutralizar a una medición de 6,8 después de la aplicación del plan de fertilización orgánica, ayudando a la mejor asimilación de los nutrientes, evitando la fijación y contaminación del suelo y el agua. El pH del suelo por debajo de 5.5 podría tener como resultado rendimientos reducidos y hacerle daño al cultivo.
- Se evalúan los indicadores Físicos del suelo antes y después de la adopción de la producción orgánica, pasando de una interpretación de Satisfactoria a Excelente, en general, las variables como densidad aparente, real y porosidad estudiadas presentaron pocas variaciones dentro de los estudios.
- Los Macronutrientes estudiados presentaron un incremento, pero no suficiente para los niveles óptimos recomendados para este tipo de cultivos. Cabe resaltar que no se evidencio decremento en estos macronutrientes, lo que indica que existió un mejoramiento en la calidad y salud de los suelos luego de la intervención y establecimiento del cultivo con producción orgánica.
- En cuanto a micronutrientes se ve un incremento notable en algunos, lo que indica que se debe manejar correctamente las fuentes a utilizarse para obtener un abono orgánico con niveles adecuados de estos elementos sin que afecten la asimilación de otros nutrientes o se fijen en el suelo, ocasionando problemas a nivel del ecosistema. En el caso del hierro se logró una disminución importante que aportara en reducir los nitratos y sulfatos y a la producción de energía dentro de la planta.
- Los niveles de Materia Orgánica incrementaron, aunque no en los niveles esperados. La aplicación correcta de gallinaza ayudo en los procesos de mejoramiento del suelo en el tiempo, cumpliéndose así con uno de los objetivos planteados inicialmente, esto

también apoyado por las labores culturales y el manejo de arvenses el cultivo que apoyaron el mejoramiento de la cobertura vegetal.

- Se logra evidenciar mediante observación directa en el cultivo el mejoramiento general de las plantas, específicamente en temas de producción de tallos el cual aumento, color de las hojas mas verdes lo que significa mejores precios al momento de la venta, de igual manera la longitud de los tallos aumento, Todo lo anterior con una inversión mínima en el plan de fertilización, esto impacta en los costos asociados.

5.2. Recomendaciones

- Revisar el plan de fertilización, en aras de aumentar la cantidad y así establecer las dosis óptimas para los suelos en estudio, dado que su capacidad como fuente de nutrimentos es baja, respecto a los fertilizantes químicos.
- Es de vital importancia realizar estudios sobre suelos, y agua antes, durante y después de implementaciones de cualquier producción agrícola para tener un histórico y valorar la implementación y medir su funcionalidad y efectividad.
- Para el caso de producción orgánica de *Eucalyptus greens* vc. *Silver dollar* se obtienen mejores resultados cuando el plan de fertilización orgánica se aplica en los primeros seis meses de la plantación; la aplicación un año más tarde no produce los mismos resultados y el efecto es mínimo o inexistente. Al aumentar la edad de es menor la exigencia nutricional.
- Revisar en el mercado nuevos productos y bio fertilizantes que cumplan con las necesidades específicas del cultivo. De igual manera plantear el uso en conjunto de abonos de origen animal.

- Generar en los cultivadores y productores de follajes una cultura de producción orgánica, minimizar el uso de insecticidas y fertilizantes químicos, el impacto ecológico de los sistemas agrícolas de alto rendimiento es intenso y no hay duda que los insecticidas contribuyen a ese daño mediante su toxicidad directa en las especies que no son el objetivo y al eliminar a los organismos que sirven de alimento a otros mayores en la cadena alimenticia.

Bibliografía

Altieri, M. A. Ecología y manejo de malezas. En: Módulo 2 para Diplomado de Posgrado en Agroecología y Agricultura sostenible. La Habana: CEAS-ISCAH, 1999, p. 125-146.

Altieri, M. y Nicholls, C. 2008. Suelos Saludables, Plantas Saludable. La evidencia agroecológica. LEISA revista de agroecología.

Chahín, Ma. G. 2012. Experiencia en la Región de La Araucanía. Cultivo de follajes ornamentales: una alternativa para la fruticultura del sur. Publicación editada en el contexto del proyecto FIA: “Producción de follaje como diversificación de la oferta en el rubro flores de corte para productoras mapuche de la Región de La Araucanía”, código: FIA-PI-T-2006-1-A-006.

Cock, M. J. Control biológico de las malezas. En: Labrada, R.; Caseley, J. C. y Parker, C. .Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal, 1996, vol. 120, p. 185-192

Díaz Mendoza Claudia, 2011. Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas convencionales, no convencionales y revegetalización. Ingeniería e Investigación, Vol 31, No 3 (2011)

Estrada M.2005. Manejo y Procesamiento de la Gallinaza. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias de la Corporación Universitaria Lasallista. 6 p.

FAO y GTIS. 2015. Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS) – Resumen Técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo, Roma, Italia

INTAGRI. 2017. Los Riesgos de una Mala Aplicación de Herbicida. Serie Fitosanidad Núm. 93. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

INPOFOS Instituto de la Potasa y el Fosfato. 1997. Manual Internacional de la Fertilidad del Suelo, Quito, Ecuador. sp.

MARENTES BARRANTES, D. L. (2013). Floricultura. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Ortega, D. 1995. Consideraciones Generales para Interpretar Análisis de Suelos. En: Suelos de Colombia, origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Canal Ramírez Antares Ltda. Bogotá. p. 423.

Pinot, R, H. (2000). Manual de Edafología. Ed.Computec. Chile.

Rocha Nieto, N. E. 2010. Diseño de una metodología de diagnóstico para empresas productoras de flores tropicales y follajes en el eje cafetero. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Anexos

Resultados muestra Inicial

Laboratorio Química Analítica

INFORME No.QAS19-000667 Muestra Ciega 2020-01-13



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

LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: Muestra Ciega
CÉDULA O NIT: 53037391
DIRECCIÓN: AGROSAVIA - C.I TIBITATÁ
DEPARTAMENTO: CUNDINAMARCA
MUNICIPIO: ALBÁN
TEL, FIJO/CEL: 4227300 ext 1405 - 1420 /
 4227300 ext 1405 - 1420
TIPO DE ANALISIS: SUELOS-QUÍMICA-FERTILIDAD COMPLETO (LQA)

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS19-000667	LQAS19-009546

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: Muestra 1	ALTURA: 1630m.s.n.m
MATRIZ: Suelos	PROFUNDIDAD : 0 a 25 cm
VEREDA: Gascas	TIPO DE RIEGO No Indica
FINCA: Guayabito	TOPOGRAFIA: Ondulado y Pendiente
PRODUCTOR: Elmer Mauricio Riaño López	DRENAJE: Mal drenaje

CULTIVO(S): Maderable variedad Eucalipto tipo exportación con 0 Año(s) de edad

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

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH (VC_R_004 versión 03 de 2017-01-26), fósforo disponible Bray II (VC_R_007 versión 02 de 2017-09-22), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008), cationes cambiabiles en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (ID_R_072 versión 5 de 2017-09-28), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeseo, Cobre y Zinc (NTC 5526:2007) .

FECHA DE RECEPCIÓN 2019-11-05

Yeni Rodríguez Giraldo

FECHA DE ANÁLISIS: De 2019-11-05 a 2019-12-09

Coordinador técnico del laboratorio de Química Analítica

FECHA DE REPORTE: 2020/01/13

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Porcentaje de arena (% A)	g/100 g	Método de Bouyoucos	11.76	
Porcentaje de arcilla (% Ar)	g/100 g	Método de Bouyoucos	47.29	
Porcentaje de limo (% L)	g/100 g	Método de Bouyoucos	40.95	
Clase textural		Método de Bouyoucos	Ar-L	
pH (1:2,5)	Unidades de pH	VC-R-004 Versión 03	5,07	Fuerte e extremadamente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008	0.27	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Walkley & Black	1.9	Bajo
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	VC-R-007 Versión 2	10.56	Bajo
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	4.82	Bajo
Capacidad Interc. Cationico Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	6.83	Bajo
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0.12	Bajo
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	RC1	ND	No indica
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	RC1	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	mg/kg	RC1	4.7	Medio

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT 800194600-3
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIGAITATA
KILOMETRO 14 VAMOSQUERA BUNINAMARCA
TELÉFONOS: 4227300 EXTENSION: 1369

suelos@agrosavia.co

GA-F-97

Versión: 4

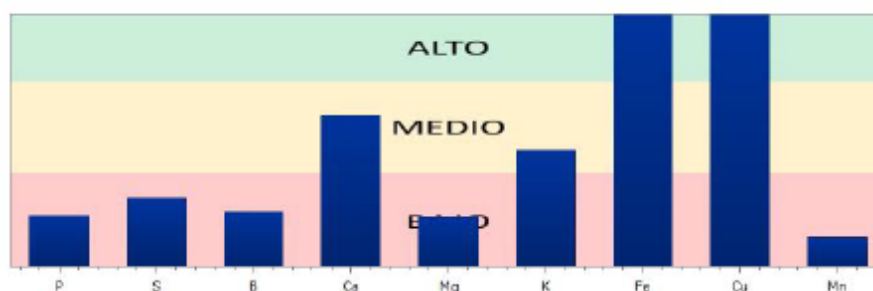
Página 1 de 2

Fecha de aprobación: 2019-12-06

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

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	0.65	Bajo
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	0.11	Bajo
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	456.11	Alto
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	9.07	Alto
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.59	Bajo
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	19.99	Alto
Saturación de Calcio	%	Cálculo	98	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	2	Bajo
Saturación de Potasio	%	Cálculo	0	Bajo
Saturación de Sodio	%	Cálculo	0	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal


GRAFICA INTERPRETATIVA DEL ANÁLISIS DE SUELO



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

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

Laboratorio de suelos, aguas y plantas
Análisis Densidad aparente – densidad real – porosidad total

 Corporación colombiana de investigación agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA	CÓDIGO: GA-F-73																						
		VERSIÓN: 3																						
		FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30																						
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS																								
1. Información del cliente		<table border="1"> <tr> <td># DE SOLICITUD</td> <td>CODIGO DE LABORATORIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">360</td> <td style="text-align: center;">FS19-21068</td> </tr> </table>	# DE SOLICITUD	CODIGO DE LABORATORIO	360	FS19-21068																		
# DE SOLICITUD	CODIGO DE LABORATORIO																							
360	FS19-21068																							
<i>Nombre y Apellido:</i> <i>Cédula o NIT</i> <i>Dirección:</i> <i>Dpto:</i> <i>Municipio:</i> <i>Tel. fijo/Celular:</i> <i>Tipo de análisis:</i>	ELMER RIAÑO 11440385 NO INDICA CUNDINAMARCA ALBÁN 3125574570 DENSIDAD APARENTE. DENSIDAD REAL. POROSIDAD TOTAL.																							
2. Información de la muestra																								
<i>Identificación</i> <i>Matriz</i> <i>Vereda</i> <i>Finca:</i> <i>Cultivo</i> <i>Topografía</i>	MUESTRA 1 SUELO GUAYABITO GUAYABITO FORESTAL ONDULADO Y PENDIENTE																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DETERMINACIÓN ANALÍTICA</th> <th>UNIDAD</th> <th>MÉTODO</th> <th>VALOR</th> <th>INTERPRETACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad Aparente (Da)</td> <td>g/cc</td> <td>Anillo con volumen conocido</td> <td>1,09</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad Real (Dr)</td> <td>g/cc</td> <td>Picnómetro</td> <td>2,39</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Porosidad Total</td> <td>%</td> <td>$(Dr-Da/Dr)*100$</td> <td>54,56</td> <td>Satisfactoria</td> </tr> </tbody> </table>					DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION	Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,09		Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,39		Porosidad Total	%	$(Dr-Da/Dr)*100$	54,56	Satisfactoria
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION																				
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,09																					
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,39																					
Porosidad Total	%	$(Dr-Da/Dr)*100$	54,56	Satisfactoria																				

Resultados muestra Final

Laboratorio Química Analítica

INFORME No.QAS20-001320 Muestra Ciega 2020-10-29



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

LABORATORIO DE QUIMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: Muestra Ciega
CÉDULA O NIT: 53037391
DIRECCIÓN: AGROSAVIA - C.I TIBITATÁ
DEPARTAMENTO: CUNDINAMARCA
MUNICIPIO: ALBÁN
TEL, FIJO/CEL: 4227300 ext 1405 - 1420 /
 3232192993
TIPO DE ANALISIS: SUELOS-QUÍMICA-FERTILIDAD COMPLETO (LQA)

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QAS20-001320	LQAS20-007153

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: Muestra 1
MATRIZ: Suelos
VEREDA: Guascas
FINCA: Guayabito
PRODUCTOR: Elmer Mauricio Riaño Lopez
ALTURA: 1630m.s.n.m
PROFUNDIDAD : 0 a 25 cm
TIPO DE RIEGO No Indica
TOPOGRAFIA: Ondulado y Pendiente
DRENAJE: Regular drenaje

CULTIVO(S): Forestales variedad Eucalipto Experimental con 1 Año(s) de edad

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

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

FECHA DE RECEPCIÓN 2020-10-02

Yeni Rodríguez Giraldo

FECHA DE ANÁLISIS: De 2020-10-02 a 2020-10-28

FECHA DE REPORTE: 2020/10/29

Coordinador técnico del laboratorio de Química Análítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
pH (1:2,5)	Unidades de pH	VC-R-004 Versión 03	6.80	Casi neutro o neutro
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008	0.50	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkey & Black	2.76	Bajo
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119	1.10	
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	VC-R-007 Versión 2	15.69	Bajo
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	7.39	Bajo
Capacidad Interc Catiónico Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	29.25	Alta
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	0.42	Alto
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	1.16	No Indica
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	0.82	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	28.61	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	0.24	Bajo

INSTITUCIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATÁ
KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA (CUNDINAMARCA)
TELÉFONOS: 4227300 EXTENSION: 1369
suelos@agrosavia.co

INFORME No.QAS20-001320 Muestra Ciega 2020-10-29

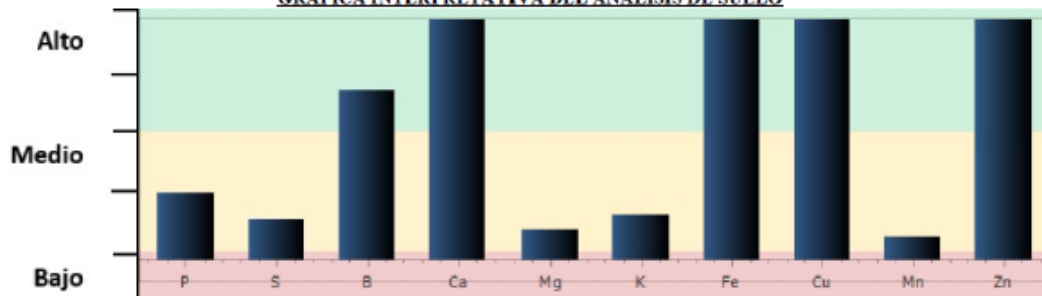
AGROSAVIA
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria



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

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	0.25	Medio
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5528:2007	173.76	Alto
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5528:2007	6.12	Alto
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5528:2007	1.35	Bajo
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5528:2007	41.19	Alto
Saturación de Calcio	%	Cálculo	98	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	10	Bajo
Saturación de Potasio	%	Cálculo	4	Alto
Saturación de Sodio	%	Cálculo	1	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	12	Normal


GRAFICA INTERPRETATIVA DEL ANÁLISIS DE SUELO



NOTAS: 1) Interpretación basada en: ICA, 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2) ND = No Determinado; 3) Se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO).

Laboratorio de suelos, aguas y plantas
Análisis Densidad aparente – densidad real – porosidad total

INFORME N° 91 FS20 (16059) Yeni Rodriguez 2020-10-21

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA		CÓDIGO: GA-F-73	
			VERSIÓN: 3	
REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIOS DE SERVICIOS UNA MUESTRA			FECHA DE APROBACIÓN DEL CAMBIO: 2018-10-30	
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS				
1. Información del cliente			# DE SOLICITUD	CODIGO DE LABORATORIO
Nombre y Apellido: ELMER RIAÑO Cédula o NIT: 11440385 Dirección: NO INDICA Dpto: CUNDINAMARCA Municipio: ALBÁN Tel. fija/Celular: 3125574570 Tipo de análisis: Densidad Aparente. Densidad Real. Porosidad Total.			91	FS20-16059
2. Información de la muestra			<i>Yeni Rodriguez Giraldo. (E6968)</i>	
Identificación: MUESTRA 1 Matriz: SUELO Vereda: GUASCA Finca: GUAYABITO Cultivo: FORESTAL Topografía: ONDULADO Y PENDIENTE			<i>Coordinador Técnico de Laboratorio</i>	
Fecha de recepción: 2020-10-02 Fecha(s) de análisis: De: 2020-10-02 A: 2020-10-21 Fecha de reporte: 2020-10-21				
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION
Densidad Aparente (Da)	g/cc	Anillo con volumen conocido	1,02	
Densidad Real (Dr)	g/cc	Picnómetro	2,29	
Porosidad Total	%	$(Dr-Da/Dr)*100$	55,46	Excelente