



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, septiembre 28 de 2018

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Neiva

La suscrita:

YADIRA RUIZ CALDERÓN, con C.C. No. 1.083.912.753, autor del trabajo de grado titulado Caracterización de suelos para cultivo de caña en las veredas Morelia y el Palmar municipio de Saladoblanco, Departamento del Huila, presentado y aprobado en el año 2018 como requisito para optar al título de Ingeniero agrícola; Autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

YADIRA RUIZ CALDERÓN

Firma:

Yadira Ruiz C.



Título completo del trabajo: Caracterización de suelos para cultivo de caña en las veredas Morelia y el Palmar municipio de Saladoblanco, Departamento del Huila.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Ruiz Calderón	Yadira

DIRECTOR:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mujica Rodriguez	Edinson

JURADOS TRABAJO DE GRADO (PASANTIAS):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Arévalo Hernández	John Jairo
Torrente Trujillo	Armando

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Agrícola

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2018

NÚMERO DE PÁGINAS: 67

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una **X**):

Diagramas ___ Fotografías **X** Grabaciones en discos ___ Ilustraciones en general **X** Grabados ___ Láminas ___
Litografías ___ Mapas **X** Música impresa ___ Planos ___ Retratos ___ Sin ilustraciones ___ Tablas o Cuadros **X**



PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

1. Propiedades del suelo
2. Suelo
3. Fertilización
4. Cultivo de caña

inglés

- Soil properties
Soils
Fertilization
Cane crops

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Se planteó la elaboración de los planes de fertilización de suelos para el cultivo de caña en las veredas Morelia y El Palmar del municipio de Saladoblanco Departamento del Huila, tomando como representación 4 fincas beneficiarias del proyecto “Propuesta de cooperación y apoyo para siembra y asistencia técnica de 50 hectáreas con cultivo de caña para el mejoramiento de los ingresos, la sostenibilidad y diversificación rural de pequeños productores en el municipio de Saladoblanco departamento del Huila”, el cual cuenta con la dirección de El Centro Provincial “AGROSUR”. Para ello se hizo un muestreo de suelos teniendo en cuenta el protocolo y las recomendaciones de la Federación Nacional de Paneleros, los cuales fueron llevados al laboratorio de suelos, en donde se determinó las características físico-químicas que permitieron desarrollar el respectivo plan de fertilización para la siembra del cultivo de caña. De esta manera se determinó que los predios son caracterizados por tener altos contenidos de arena, además ricos en materia orgánica, presentando deficiencias de Fosforo y Potasio en la finca Los Alpes. Además, entre las limitaciones en los lotes muestreados se encuentran que son suelos fuertemente ácidos y con bajos niveles de micronutrientes. Por tal motivo se realiza un plan de fertilización donde se maneja solamente los nutrientes que poseen deficiencia, así de esta manera se reducen costos de producción, los efectos tardíos en el desarrollo del cultivo, y se contribuye con el medio ambiente.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The propounded the development of the soil fertilization plans for a cane crop in the districts of “Morelia” and “El Palmar” from the municipality of “Saladoblanco” at Huila State. Four farms were taken as samples to develop this work. They are assigned farms from the project called, ‘Cooperation - support proposal for sowing and technical assistance on a 50 hectares’ cultivation, in order to improve money incomes, the sustainability and the rural crop diversification in small peasant producers in the municipality of Saladoblanco in Huila State’. The current project has the management of an important institution of Huila State ‘AGROSUR’ (Centro Provincial). To make it possible, a soil sampling was carried out, taking into account the protocols and guidelines from the National Federation of Panela Producers. Which were taken to the soil laboratory, where they established the physica-chemical characteristics that let them develop the corresponding fertilization plan for the cane crop harvest. In this way it was possible to determine that these properties are characterized to have high levels of sand and they are also rich in organic matter, having some phosphorous and potassium deficiencies inside the farm called “Los Alpes”. Moreover,



among the limitations on the sampled lots, we found that the soils are strongly acid and they have low micronutrients. That's why a plan of fertilization is proposed, where only deficient nutrients are handled making possible to obtain low production costs and late effects in the crop development and at the same time, it contributes to the environment.

APROBACION DEL TRABAJO DE GRADO (PASANTIAS)

Nombre Jurado:

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Firma:

Nombre Jurado:

JOHN JAIRO ARÉVALO HERNÁNDEZ

Firma:

**CARACTERIZACIÓN DE SUELOS PARA CULTIVO DE CAÑA EN LAS
VEREDAS MORELIA Y EL PALMAR MUNICIPIO DE SALADOBLANCO,
DEPARTAMENTO DEL HUILA**

YADIRA RUIZ CALDERÓN

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERÍA AGRÍCOLA
PITALITO - HUILA
2018**

**CARACTERIZACIÓN DE SUELOS PARA CULTIVO DE CAÑA EN LAS
VEREDAS MORELIA Y EL PALMAR MUNICIPIO DE SALADOBLANCO,
DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Trabajo de grado para optar el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA

YADIRA RUIZ CALDERÓN

Director de Pasantía

EDINSON MUJICA RODRIGUEZ

Maestro en Ingeniería Agrícola Y Uso Integral del Agua

Supervisor

LUIS ARMANDO MAMIAN MESA

Gerente CCPGA “AGROSUR”

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERÍA AGRÍCOLA

PITALITO

2018

Nota de aceptación

Este trabajo fue aprobado



Firma del Director

EDINSON MUJICA RODRIGUEZ

Magister en Ingeniería Agrícola

Uso Integral del Agua

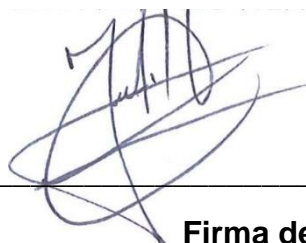


Firma del Jurado

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Doctor Ciencias Agrarias

Magister en Suelos y Aguas



Firma del Jurado

JOHN JAIRO AREVALO HERNANDEZ

Magister en Ingeniería Agrícola

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por su inmensa misericordia, por darme la vida, salud, bendiciones y por la oportunidad de culminar mis estudios.

A mis padres, JESÚS ANTONIO RUIZ ARIZA y NUBIA CALDERÓN PARRA, por el apoyo incondicional que me han brindado en cada etapa de mi vida, por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar una gran meta. A mi hermano por el gran apoyo y compañía a lo largo de estos 5 años, y demás familiares que estuvieron pendientes en el proceso de mi formación.

A mi novio, por el gran apoyo incondicional que me brinda, por su compañía, respaldo en todo momento, y por su motivación de cada día.

A mis profesores, por brindarme todos sus conocimientos, motivaciones que me ayudaron a alcanzar cada uno de los logros propuestos, a mi director el Ingeniero EDINSON MUJICA RODRIGUEZ, por su apoyo profesional y disposición para guiarme en la realización de este proyecto.

Al Ingeniero LUIS ARMANDO MAMIAN MESA, Gerente de la Corporación Centro Provincial de Gestión Agroempresarial del Sur del Departamento del Huila "AGROSUR", por darme la oportunidad de realizar mis pasantías, contribuyendo a mi formación como Ingeniera Agrícola.

A mis amigos y compañeros, por ayudarme en este proceso de formación y por la lucha mutua por conseguir una meta. Y a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido a mi formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
1. OBJETIVOS	13
1.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1 FERTILIDAD DEL SUELO	14
2.2 MUESTREO DE LOS SUELOS	14
2.3 ANÁLISIS DE SUELOS	14
2.4 CULTIVO DE CAÑA.....	15
2.4.1 TAXONOMÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	15
2.4.2 MORFOLOGÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	16
2.4.3 ECOFISIOLOGIA DE LA CAÑA DE AZUCAR	16
2.4.4 ADAPTACIÓN EDÁFICA DEL CULTIVO DE CAÑA	17
2.4.5 IMPORTANCIA AMBIENTAL	17
2.4.6 IMPORTANCIA SOCIOCULTURAL	17
2.4.7 IMPORTANCIA ECONÓMICA	17
2.4.8 FERTILIZACIÓN PARA CULTIVO DE CAÑA	18
2.5 TIPOS DE FERTILIZANTE	21
2.5.1 FERTILIZANTES QUÍMICOS.....	21
2.5.2 FERTILIZANTES ORGÁNICOS	21
3. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 LOCALIZACIÓN.....	22
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA	24
3.3 MÉTODOS.....	25
3.3.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	25
3.3.2 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO	25
3.3.3 TOMA DE MUESTRAS DE SUELO	25

3.3.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS DEL SUELO	26
3.3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO	30
3.3.6 INTERPRETACIÓN Y CREACIÓN DEL PLAN DE FERTILIZACIÓN ...	31
3.3.7 SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS A LOS PRODUCTORES	32
4.RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO.....	33
4.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	33
4.1.2 PROPIEDADES QUIMICAS DEL SUELO.....	39
4.2 PLAN DE FERTILIZACIÓN	48
4.2.1 LOTE 1: FINCA VEGONIA.....	49
4.2.2 LOTE 2: FINCA LOS ALPES	50
4.2.3 LOTE 3: FINCA EL VERGEL	51
4.2.4 LOTE 4: FINCA EL PORVENIR	53
4.3 SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS A LOS PRODUCTORES.....	54
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	59
ANEXO A. Análisis de suelos laboratorio “Precisuelos”	59
ANEXO B. Análisis de suelos laboratorio de Recursos Geoagroambientales (LABGAA)	63
ANEXO C. Listado de asistencia a la socialización con los productores	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Síntomas en las plantas por deficiencias de macronutrientes.	19
Tabla 2. Síntomas en las plantas por deficiencias de micronutrientes.....	20
Tabla 3. Listado de productores seleccionados	22
Tabla 4. Ubicación de las fincas muestreadas.....	23
Tabla 5. Métodos para determinar las propiedades químicas del suelo.	29
Tabla 6. Extracción de macronutrientes del suelo para el cultivo de caña.....	31
Tabla 7. Extracción de micronutrientes del suelo para el cultivo de caña	31
Tabla 8. Clasificación textural de los predios muestreados	33
Tabla 9. Resultados determinación de color	34
Tabla 10. Resultados determinación densidad aparente de los suelos.	35
Tabla 11. Resultados determinación densidad real del suelo	35
Tabla 12. Resultados determinación porosidad	36
Tabla 13. Resultados determinación punto de marchitez permanente	37
Tabla 14. Resultados determinación capacidad de campo.....	37
Tabla 15. Resultados de la prueba infiltración	38
Tabla 16. Resultados de la prueba de conductividad hidráulica	39
Tabla 17. Resultados de pH de los predios muestreados.....	39
Tabla 18. Resultados de la capacidad de intercambio catiónico.....	40
Tabla 19. Resultados de % Materia orgánica	41
Tabla 20. Resultados determinación conductividad eléctrica.....	41
Tabla 21. Resultados de % Nitrógeno	42
Tabla 22. Resultados de contenido de Fosforo (ppm).	43
Tabla 23. Resultados de contenido de Potasio (meq/100g)	43
Tabla 24. Resultados de contenido de Magnesio (meq/100g)	44
Tabla 25. Resultados de contenido de Calcio (meq/100g)	44
Tabla 26. Resultados de contenido de Aluminio (meq/100g).....	45
Tabla 27. Resultados de contenido de Sodio (meq/100g)	45
Tabla 28. Resultados de contenido de Hierro (ppm).....	46
Tabla 29. Resultados de contenido de Boro (ppm).....	46
Tabla 30. Resultados de contenido de Cobre (ppm).....	47
Tabla 31. Resultados de contenido de Manganeso (ppm).....	47
Tabla 32. Resultados de contenido de Zinc (ppm).....	48
Tabla 33. Plan de fertilización para la finca Vegonia.	50
Tabla 34. Plan de fertilización para la finca Los Alpes.....	51
Tabla 35. Plan de fertilización para la finca El Vergel.	52
Tabla 36. Plan de fertilización para la finca El Porvenir.	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica del Municipio de Saladoblanco.....	22
Figura 2. Lote 1: Finca Vegonia.....	23
Figura 3. Lote 2: Finca Los Alpes	23
Figura 4. Lote 3: Finca El Vergel	23
Figura 5. Lote 4: Finca El Porvenir	23
Figura 6. Localización Geográfica de los predios	24
Figura 7. Muestras de suelo rotuladas	25
Figura 8. Toma de muestras de suelo	25
Figura 9. Rotulo para la muestra de suelo.....	26
Figura 10. Prueba de infiltración.....	28
Figura 11. Prueba de conductividad hidráulica.....	29
Figura 12. Socialización a los productores	32
Figura 13. Toma de información (RUAT).....	32

RESUMEN

El presente trabajo planteó la elaboración de los planes de fertilización de suelos para el cultivo de caña en las veredas Morelia y El Palmar del municipio de Saladoblanco Departamento del Huila, tomando como representación 4 fincas beneficiarias del proyecto “Propuesta de cooperación y apoyo para siembra y asistencia técnica de 50 hectáreas con cultivo de caña para el mejoramiento de los ingresos, la sostenibilidad y diversificación rural de pequeños productores en el municipio de Saladoblanco departamento del Huila”, el cual cuenta con la dirección de El Centro Provincial de Gestión Agroempresarial del Sur del Departamento del Huila “AGROSUR”. Para ello se hizo un muestreo de suelos teniendo en cuenta el protocolo y las recomendaciones de la Federación Nacional de Paneleros, los cuales fueron llevados al laboratorio de suelos “Precisuelos” y al laboratorio de recursos GEOAGROAMBIENTALES (LABGAA) de la universidad Surcolombiana, en donde se determinó las características físico-químicas que permitieron desarrollar el respectivo plan de fertilización para la siembra del cultivo de caña.

De esta manera se determinó que los predios son caracterizados por tener altos contenidos de arena, además ricos en materia orgánica y Nitrógeno, presentando deficiencias de Fósforo y Potasio en la finca Los Alpes. Además, entre las limitaciones en los lotes muestreados se encuentran que son suelos fuertemente ácidos y con bajos niveles de micronutrientes como lo son el Cobre, Hierro, Zinc y Manganeso. Por tal motivo se realiza un plan de fertilización donde se maneja solamente los nutrientes que poseen deficiencia, así de esta manera se reducen costos de producción, los efectos tardíos en el desarrollo del cultivo, y se contribuye con el medio ambiente.

Palabras clave: Propiedades del suelo, Suelos, Fertilización, Cultivo de caña.

ABSTRACT

The following work propounded the development of the soil fertilization plans for a cane crop in the districts of “Morelia” and “El Palmar” from the municipality of “Saladoblanco” at Huila State. Four farms were taken as samples to develop this work. They are assigned farms from the project called, ‘Cooperation - support proposal for sowing and technical assistance on a 50 hectares’ cultivation, in order to improve money incomes, the sustainability and the rural crop diversification in small peasant producers in the municipality of Saladoblanco in Huila State’. The current project has the management of an important institution of Huila State ‘AGROSUR’ (Centro Provincial de Gestión Empresarial del Sur). To make it possible, a soil sampling was carried out, taking into account the protocols and guidelines from the National Federation of Panela Producers. Which were taken to the soil laboratory “Precisuelos” and to the resources laboratory GEOAGROAMBIENTALES (LABGAA) from the Surcolombiana University, where they established the physica-chemical characteristics that let them develop the corresponding fertilization plan for the cane crop harvest.

In this way it was possible to determine that these properties are characterized to have high levels of sand and they are also rich in organic matter and nitrogen, having some phosphorous and potassium deficiencies inside the farm called “Los Alpes”. Moreover, among the limitations on the sampled lots, we found that the soils are strongly acid and they have low micronutrients as copper, iron, zinc and magnesium. That’s why a plan of fertilization is proposed, where only deficient nutrients are handled making possible to obtain low production costs and late effects in the crop development and at the same time, it contributes to the environment.

Key words: Soil properties, Soils, Fertilization, Cane crops.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de caña es una actividad agrícola de gran importancia socioeconómica para Latinoamérica y para Colombia en especial, ya que es el país que ocupa el segundo lugar en extensión después del café. Así del área total cultivada, el 61% se dedica a la producción de panela, el 32% a la producción de azúcar y el 7% a mieles, guarapos y forrajes (Mojica & Paredes, 2004).

En Colombia la caña panelera se cultiva en aproximadamente 70.000 unidades agrícolas localizadas en 236 municipios (Rodríguez, 2004). La caña puede adaptarse a suelos marginales y a cambios bruscos en la fertilidad de los mismos, aunque los suelos pobres propician producciones mediocres en el ámbito internacional (Chaves, 2002). En cuanto al rendimiento, es decir, la cantidad de toneladas de panela producidas por hectárea de caña anual, se encuentra en primer lugar Santander, seguido por Boyacá, Valle del Cauca, Huila y Nariño (Murcia & Ramírez, 2017).

La panela es un producto de alto contenido socio-económico en el departamento del Huila, es la base del sustento de muchas familias campesinas, especialmente del clúster productivo de la zona sur del Departamento (Rivera, 2010).

Según el anuario estadístico del año 2015 el cultivo de caña panelera en Colombia tiene un área total sembrada de 231.591 hectáreas, y un área total cosechada de 199.959 hectáreas, por lo que se manifiesta que en el 2015 con respecto años anteriores como 2014 y 2013, se obtuvo una disminución en las áreas sembradas, áreas cosechadas y por lo tanto en la producción (Toneladas). Por lo anterior se han implementado proyectos de fortalecimiento del sector panelero con el fin de impedir la reducción de producción con el paso de los años. En el año 2017 el Departamento del Huila continuo con el proceso de fortalecimiento en diferentes Municipios, entre ellos se destaca el Municipio de Saladoblanco, donde existe poca área sembrada ubicada principalmente en las veredas aisladas como lo son; Capillas, Morelia, La Cabaña, El Palmar y Providencia, siendo esta una forma de contribuir en la economía familiar.

El Municipio de Saladoblanco cuenta con un área total sembrada de 79 hectáreas de caña panelera, en donde el rendimiento es de 7 t/ha, según el anuario estadístico de 2015. La Gobernación del Huila adjudicó recursos gestionados por El Centro Provincial de Gestión Agroempresarial del Sur del Departamento del Huila "AGROSUR" para establecer 50 hectáreas productivas de caña panelera con el fin de que el municipio aumente su producción.

La siembra del cultivo de caña panelera en el Municipio de Salado blanco se pretende hacer de una forma amigable con el medio ambiente, mediante la utilización de planes de fertilización que suministren los requerimientos nutricionales óptimos, evitando salinización en los suelos, contaminación de los acuíferos, efectos tardíos en el desarrollo del cultivo, entre otros.

Para este proceso se toma como referencia los resultados de los análisis de suelo los cuales indican las características físico-químicas y el estado de la fertilidad realizando un balance del contenido de nutrientes, para de esta manera establecer un plan de fertilización adecuado que ayude a mejorar la productividad y conservar el recurso, reduciendo los riesgos económicos y ambientales.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo pretende caracterizar los suelos de las veredas Morelia y El Palmar del Municipio de Salado blanco, comprendiendo un área de estudio de 4 lotes de 1 hectárea cada uno, a los cuales se realizó el análisis de suelo respectivo, posterior a eso con los resultados obtenidos se determinó las características físico-químicas del suelo, emitiendo un diagnóstico y de esta manera elaborar los respectivos planes de fertilización para la siembra del cultivo de caña.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los suelos para cultivo de caña en las veredas Morelia y El Palmar municipio de Salado blanco, Departamento del Huila.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características físico-químicas de 4 fincas ubicadas en las veredas Morelia y El Palmar del municipio de Salado blanco.
- Realizar diagnóstico del suelo para la siembra de cultivo de caña en cada una de las fincas incluidas en el proyecto.
- Proponer un plan de fertilización acorde a los requerimientos nutricionales del suelo para cada una de las fincas estudiadas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 FERTILIDAD DEL SUELO

La fertilidad es la capacidad del suelo para suministrar a las plantas los elementos nutritivos imprescindibles para su desarrollo e igualmente entendiendo que la mayor o menor concentración de algunos nutrientes en el suelo viene determinada por la presencia y comportamiento de las condiciones ambientales como temperatura, precipitación, luz, características geológicas, presencia de procesos y formas geomorfológicas, pendiente, altitud, en otras (Bastidas, 2000).

El manejo nutricional es uno de los pilares fundamentales para optimizar el resultado de los sistemas de explotación de caña de azúcar. Sin embargo, a nivel de establecimiento agropecuario, la fertilización representa una tecnología más que debe ser integrada dentro del proceso de producción. Por ello, para que la utilización de esta herramienta impacte favorablemente en los resultados técnico-económicos del productor, es fundamental que exista un proceso de planificación y programación de la producción, dentro del cual se deberá definir un plan de fertilización (SAGARPA, 2015).

2.2 MUESTREO DE LOS SUELOS

Es importante conocer la situación de fertilidad y calidad física de los suelos que van a ser cultivados con caña. Esta información será de utilidad para planificar la fertilización o las enmiendas que puedan necesitar los suelos en cuestión. Esta actividad es elemental y deriva en el correcto manejo de los suelos y su fertilidad y conduce a mantener costos razonables en la producción (Cengicaña, 2017).

Una muestra de suelos es una pequeña cantidad que representa el volumen que éste ocupa en el campo, en un área y a una profundidad determinada, con características uniformes de pendiente, vegetación, material parental, clima, grado de erosión, manejo, etc. Para realizar la toma de muestras es importante:

- Tener como herramientas de trabajo una pala, un barreno, un balde, un cuchillo y bolsas plásticas.
- No tomar muestras en suelos demasiado húmedos, en fajas fertilizadas, en caminos, terrenos erosionados, zonas de quemas, o sitios donde haya cal.
- Una vez tomada la muestra se eliminan raíces, piedras, palos o materiales diferentes al suelo (Osorio, 2007).

2.3 ANÁLISIS DE SUELOS

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, que le permite ser utilizado ampliamente por agricultores y empresas (Molina, 2007).

El óptimo desarrollo y la productividad de un cultivo se deben fundamentar en un buen manejo de la fertilidad del suelo, lo cual depende de la necesidad de nutrientes del suelo y los requerimientos del cultivo. Por esto, es importante hacer un análisis de suelos físico-químico donde se desea desarrollar el cultivo. Un análisis de suelos nos indica no solo sus características físico-químicas, sino su estado de fertilidad. Por esto, posibilita la mejora de dicha fertilidad y su productividad, lo que permite, a su vez, elaborar un plan de manejo del suelo, estableciendo un programa de fertilización que redunde en un buen desarrollo del cultivo y una mejor producción (ICA, 2011).

2.4 CULTIVO DE CAÑA

En Colombia la caña de azúcar ha sido un cultivo inicialmente de pan coger, hoy es el segundo en importancia para la generación de ingreso de la población rural. Históricamente la caña de azúcar es una especie de importancia estratégica en las áreas de economía campesina, considerando sus ventajas comparativas, la generación de empleo rural, el mejoramiento de la dieta alimenticia de la población en general, la oportunidad de generar valor agregado significativo, el desarrollo sostenible de la agroindustria rural y la generación de divisas por la exportación futura del producto y subproductos (Manrique *et al.*, 2000).

El cultivo de caña con destino a la producción de panela se establece y renueva de acuerdo con el ciclo de producción, que puede variar entre 7 y 10 años; una vez transcurrido este tiempo se evalúa la renovación con base en criterios de viabilidad económica y rendimiento, los cuales son influenciados por la sanidad de los materiales en el campo, el manejo agronómico del cultivo y la calidad de la semilla. Pese a la importancia de la calidad de la semilla para el establecimiento del cultivo comercial, actualmente su manejo no se fundamenta con un criterio técnico; por tanto, la semilla utilizada proviene en el mejor de los casos de cultivos con edades de 10 a 12 meses y con deficiente manejo fitosanitario que no garantiza la sanidad de la semilla (Corpoica, 2014).

2.4.1 TAXONOMÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar se ubica en la siguiente clasificación botánica:

Reino: Vegetal

Tipo: Fanerógamas

Subtipo: Angiospermas

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Glumales

Familia: Gramíneas

Tribu: Andropogoneas

Género: Saccharum

Especies: Spontaneum y robustum (silvestres), edule, barberi, sinense y officinarum (Osorio, 2007).

2.4.2 MORFOLOGÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

El conocimiento de la morfología de la planta permite diferenciar y reconocer las especies o variedades existentes. Este conocimiento es útil ya que permite distinguir la constitución externa e interna de una especie y conocer cuál de sus órganos tiene la mayor importancia agroeconómica. Las partes básicas de una planta que determinan su forma son: la raíz, el tallo, la hoja y la flor. Todas cumplen una función específica y están estrechamente relacionadas entre sí (Cenicaña, 1995).

La caña es una gramínea compuesta de las siguientes partes: (MADR,2002).

- La raíz: Las raíces de la caña son fibrosas y se originan en los nudos de los tallos que quedan en contacto con el suelo. Más del 60% de las raíces están en los primeros treinta (30) centímetros del suelo.
- El tallo: Está formado por nudos y entrenudos. En este se acumulan los azúcares y es al mismo tiempo el material que más se utiliza como semilla.
- La hoja: Las hojas son las encargadas de fabricar los azúcares por lo tanto en el deshoje, no se deben quitar hojas verdes.
- La flor: La caña produce una espiga que puede llegar a formar pequeñas semillas, las cuales se emplean para propagar la caña en las estaciones experimentales.

2.4.3 ECOFISIOLOGIA DE LA CAÑA DE AZUCAR

La caña se adapta y desarrolla entre los 300 a 2.100 msnm, requiere una precipitación entre 1.500 y 2.100 mm en el año, bien distribuidos, una temperatura entre 20 y 32°C, le favorece los cambios de temperatura día a noche mayores a 5°C, óptima entre 9° a 12°C requiere una intensidad lumínica mayor a 5,5 horas luz día, requiere o se adapta mejor a suelos franco-arcillo arenosos o arcillo-limosos (ONF Andina, 2017).

Luminosidad: Esta se recomienda que varíe entre 6 y 9 horas diarias de brillo solar. Cuando las plantas se desarrollan bajo características de baja intensidad lumínica se dan plantas de tallos alargados y no muy gruesos, sistemas foliares muy angostos y con un color amarillo (Gómez *et al.*, 2009).

Vientos: Cuando los vientos son demasiado fuertes producen en las plantas de la caña de azúcar un volcamiento en el cual se afecta la plantación. Los vientos con características más secas y de corrientes cálidas producen el aumento de la 27 transpiración de la planta y se produce un resecaamiento del suelo, por lo cual las exigencias de agua por parte de la planta son más altas, Sin embargo, lo más

importante respecto a los vientos en la producción de la caña de azúcar es que no se den huracanes ya que estos arrancarían casi completamente la planta afectando así su sistema radicular y el sistema foliar (Gómez *et al.*, 2009).

2.4.4 ADAPTACIÓN EDÁFICA DEL CULTIVO DE CAÑA

Las características que debe poseer un suelo para cultivar caña de azúcar son las siguientes: (Manrique *et al.*, 2008).

Profundidad: Debe ser fácilmente penetrable al menos hasta 20-40 centímetros de profundidad, sin que presente capas superficiales de material impenetrable para maquinaria y raíces de cultivos.

Color: Los mejores suelos en Colombia para el cultivo de caña, son aquellos que tienen el primer horizonte de color marrón gris y el subsuelo superior de color marrón, marrón grisáceo o marrón rojizo, que indican un drenaje regulado.

Estructura: Los suelos con estructura granular, son los más adecuados, es decir, aquellos que presentan pequeños agregados.

Textura: La caña de azúcar se adapta bien en texturas medias (sueltas o arcillosas), con buena capacidad de retención de agua y nutrientes para el cultivo.

2.4.5 IMPORTANCIA AMBIENTAL

La caña es una planta que aporta múltiples beneficios para el ambiente y el hombre al momento de la cosecha, realiza un aporte promedio de 20 t/ha de biomasa, conformada por cogollas y hojas que contribuyen a enriquecer y mejorar la fertilidad, textura y estructura del suelo. Contribuye a la protección del suelo de la erosión, generación de oxígeno y captura del CO₂. Su alto nivel de ecoeficiencia permite el desarrollo rápido de sus tallos y follaje que a su vez regula la tasa de evaporación del agua del suelo. El cultivo permite la conservación de la biodiversidad por el uso de diferentes variedades (ONF Andina, 2017).

2.4.6 IMPORTANCIA SOCIOCULTURAL

La caña de azúcar es la materia prima para la producción de panela, alimento que hace parte de la tradición gastronómica colombiana, herencia de varias generaciones, por lo tanto, hace parte del acervo cultural y de nuestra soberanía alimentaria. En el sistema de producción prevalece la equidad de género, la generación de empleo familiar, la producción de alimento para la familia y especies domésticas (ONF Andina, 2017).

2.4.7 IMPORTANCIA ECONÓMICA

El Departamento del Huila produce 44.932 toneladas de panela, que a un precio promedio del último año (2013), tiene un valor de \$134.796 millones de pesos, recurso que distribuye en la población rural de vocación panelera (Agronet, 2013).

2.4.8 FERTILIZACIÓN PARA CULTIVO DE CAÑA

La caña es un cultivo permanente que anualmente remueve grandes cantidades de elementos nutritivos del suelo, los cuales deben devolverse mediante fertilizaciones minerales. Por eso, dentro de las BPA, se deben enfocar acciones que propendan por el manejo de la fertilidad del suelo. Las épocas recomendadas para la aplicación de fertilizantes, como una BPA, son en el momento de la siembra y después de cada corte; no hacer aplicaciones después de cuatro meses de siembra o corte, porque se disminuye el aprovechamiento de nutrientes y se afecta la calidad de la panela. Los cañaduzales están en óptimas condiciones cuando tienen hojas de color verde oscuro, tallos y entrenudos largos y de buen diámetro, dependiendo de la variedad y de un sistema radicular sano y bien desarrollado (Osorio, 2007).

La recomendación específica de fertilización y/o enmienda, dosis y época de aplicación, según los requerimientos de cada lote a explotar con caña. Se sugiere aplicar abono orgánico compostado al momento de la siembra, mezclado con el correctivo necesario en caso de presentarse suelos ácidos, como en la mayoría de los suelos colombianos. A los 120 días se debe realizar la segunda fertilización, utilizando una mezcla que suministre Nitrógeno (Urea) + Potasio (KCl) + Fósforo + elementos menores, de acuerdo a los resultados del análisis físico-químico del suelo donde esté el cultivo. Esta fertilización se puede fraccionar a los 90 y 120 días de sembrado el cultivo (ICA, 2011).

2.4.8.1 EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES

La extracción de nutrientes por parte de cualquier cultivo varía ampliamente ya que depende del tipo de suelo, las condiciones climáticas y el manejo del cultivo. Con respecto de la caña de azúcar, además de estos factores también influye el número de corte. Las diferencias entre la extracción total y real evidencian la importancia del manejo de los residuos de cosecha, especialmente cuando son incorporados al suelo, no solamente por los contenidos de nutrimentos de las hojas y de las yaguas, sino también por los efectos benéficos en las condiciones físicas y biológicas de los suelos una vez que estos residuos se han descompuesto y gran parte de la materia orgánica se ha mineralizado para pasar a formar parte de la reserva nutricional del suelo y aumentar de esta forma la fertilidad (Quintero, 2008).

2.4.8.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Las plantas dependen de los nutrientes del suelo para poder crecer. Está demostrado que los elementos esenciales para el desarrollo de todas las plantas son dieciséis, todos ellos desempeñan funciones muy importantes en la vida de la planta y cuando están presentes en cantidades muy pequeñas, pueden producir graves alteraciones y reducir notablemente el crecimiento; a algunos de estos

nutrientes las plantas los usan en mayor cantidad que otros, es por eso que se pueden clasificar como macro y micronutrientes (Arévalo & Castellano, 2009).

La caña de azúcar es parcialmente resistente o tolerante a suelos que contengan existencia de aluminio intercambiable, esto facilita el desarrollo y crecimiento de las plantas en el manto sub superficial de los suelos donde se establece el cultivo (Chaves, 2002).

Asimilación de nutrimentos por la caña de azúcar son dieciséis (16) los elementos nutritivos esenciales que deben estar balanceados en el suelo para un buen desarrollo del cultivo: (Osorio, 2007).

- No minerales: carbono, hidrógeno y oxígeno.
- Nutrimentos mayores: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre.
- Micronutrimentos: boro, zinc, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno.

2.4.8.3 MACRONUTRIENTES

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, y grandes cantidades tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio y los nutrientes secundarios son magnesio, azufre y calcio (FAO, 2002).

Tabla 1. Síntomas en las plantas por deficiencias de macronutrientes.

Nutriente	Síntomas de deficiencia
Nitrógeno	Toda la planta se vuelve color verde pálido a amarillenta y el crecimiento es lento.
Fosforo	Se retarda el crecimiento. Color púrpura-naranja en las hojas viejas, las hojas jóvenes son verde oscuro.
Potasio	Las hojas viejas presentan un color amarillo intenso en la punta y sus márgenes. Las plantas deficientes son susceptibles al doblamiento.
Calcio	En días húmedos o lluviosos o en sequia aparecen manchas en los frutos. Los puntos de crecimiento mueren y se enrollan.
Magnesio	Dado que es móvil en la planta, las hojas viejas presentan primero síntomas como clorosis marginal o intervenal con las venas verdes; el tejido no muere, la hoja no se ve seca en ninguna parte.

Fuente: Arévalo & Castellano, 2009

2.4.8.4 MICRONUTRIENTES

Los elementos: cobre, hierro, manganeso, zinc y boro, son utilizados por las plantas en muy pequeñas cantidades, por esta razón se conocen como micronutrientes o elementos menores. Sin embargo, esto no significa que los micronutrientes sean menos necesarios para las plantas; al igual que los macronutrientes la falta de uno de estos elementos menores en la nutrición de la planta, puede afectar el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Arévalo & Castellano, 2009).

Tabla 2. Síntomas en las plantas por deficiencias de micronutrientes.

Nutriente	Síntomas de deficiencia
Cobre	Crecimiento retardado en las hojas jóvenes y puntos de crecimiento, muerte de los meristemos apicales. Las hojas jóvenes pueden presentar puntos blancos o desteñidos.
Hierro	Amarillamiento intervenal en las hojas jóvenes. Bajo deficiencias severas, la hoja entera, primero se torna amarilla y finalmente blanca.
Manganeso	Las deficiencias son similares a las de Fe y Zn. Amarillamiento de los márgenes de las hojas y puede tornarse color violeta.
Zinc	Amarillamiento en el área intervenal de las hojas, tornándose verde pálido y hasta blanco.
Boro	La punta de las hojas se torna verde pálido con un tinte bronceado. Enrollamiento de hojas jóvenes. Muerte de los puntos de crecimiento.

Fuente: Arévalo & Castellano, 2009

2.4.8.5 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN CAÑA

Tanto para sistemas intensivos como extensivos, las cantidades de N, P₂, O₅ y K₂O difícilmente pueden obtenerse a partir de la fertilidad natural del suelo. La materia orgánica cumple un papel decisivo en el mantenimiento de su capacidad productiva, por tanto, no se puede prescindir de ella y confiar todos los aspectos de la fertilidad del suelo a los fertilizantes minerales. El problema es que no basta sólo con el uso eficiente de los fertilizantes minerales; también es indispensable la materia orgánica, importante para la aireación, el drenaje y la vida del suelo (microorganismos del suelo). Es posible asegurar que, para cultivos intensivos, se pueden conseguir buenos rendimientos en caña y panela a partir de fertilizantes minerales, con un adecuado soporte orgánico (Osorio, 2007).

2.5 TIPOS DE FERTILIZANTE

Según su origen los fertilizantes se clasifican en:

2.5.1 FERTILIZANTES QUÍMICOS

También llamados fertilizantes inorgánicos o minerales; existen tres sustancias principales en la composición de los fertilizantes: el nitrógeno, el fósforo y el potasio; las proporciones en % de estos componentes en el fertilizante químico, están representados por la fórmula que acompaña a los fertilizantes. Esta fórmula consta de tres números separados por guiones, ejemplo: 20-20-20 o 20-0-10 etc., el primer número es la proporción de nitrógeno asimilable por la planta que contiene, el segundo la cantidad de fósforo y el tercero de potasio. Cuando los tres números tienen valor diferente de cero se dice que es un fertilizante completo. Aproximadamente 50% del aumento en el rendimiento de los cultivos de caña de azúcar, en todo el mundo, se debe a la utilización de fertilizantes químicos (SAGARPA,2015).

2.5.2 FERTILIZANTES ORGÁNICOS

También conocidos como abonos orgánicos, que son producidos con materiales de origen vegetal o animal (SAGARPA,2015). El abono orgánico se obtiene de la transformación de residuos orgánicos como estiércol y rastrojos, en humus, por acción de bacterias, hongos, protozoarios, lombrices y otros microorganismos (Paredes *et al.*, 2007).

El abono orgánico mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad, mejorando significativamente de esta manera su fertilidad. Además, es un alimento necesario para los organismos del suelo (FAO,2002).

El uso de abono orgánico permite: (Manrique *et al.*,2008).

- Mejorar la fertilidad y estructura del suelo
- Proporcionar a las plantas elementos nutritivos indispensables para su desarrollo.
- Modificar las condiciones físicas del suelo (estructura).
- Aumento de la actividad microbológica para un mayor aporte de energía.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

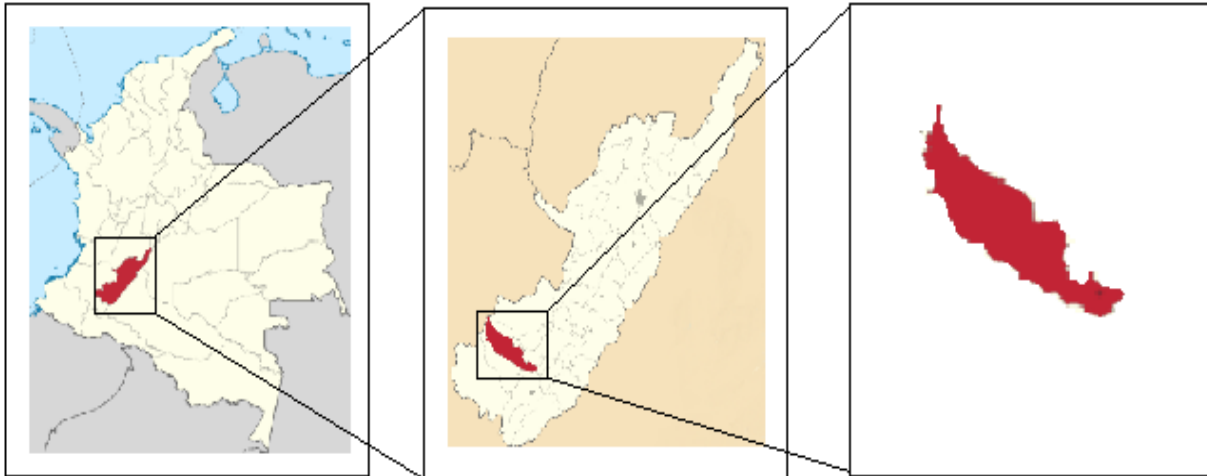


Figura 1. Ubicación Geográfica del Municipio de Salado Blanco.

El área de estudio de la caracterización de suelos comprende las veredas Morelia y El Palmar del municipio de Salado Blanco Huila, teniendo como referencia el proyecto “Propuesta de cooperación y apoyo para siembra y asistencia técnica de 50 hectáreas con cultivo de caña para el mejoramiento de los ingresos, la sostenibilidad y diversificación rural de pequeños productores en el municipio de Salado Blanco departamento del Huila”, el cual se encuentran beneficiados 50 productores con insumos y semilla para la siembra de 1 ha de caña. Por lo cual se seleccionaron 4 fincas aleatoriamente para realizar los planes de fertilización acorde a los requerimientos que posee el predio según los análisis de suelo, y de esta manera incentivar a los demás productores.

Los 4 lotes seleccionados se encuentran distribuidas la siguiente manera; las fincas Vegonia y Los Alpes ubicadas en la vereda Morelia y las fincas El Vergel y El Porvenir ubicadas en la vereda El Palmar, las cuales representan un área total de 4 hectáreas.

Tabla 3. Listado de productores seleccionados.

No	NOMBRE	VEREDA	FINCA	LOTE	AREA DEL PREDIO
1	Marly Angélica Fernández Iles	Morelia	Vegonia	1	1 hectárea
2	Luis Cuenca Calderón	Morelia	Los Alpes	2	1 hectárea
3	Yeni Joaquí Vela	El Palmar	El Vergel	3	1 hectárea
4	Ulpiano Hoyos Hoyos	El Palmar	El Porvenir	4	1 hectárea



Figura 2. Lote 1: Finca Vegonia



Figura 3. Lote 2: Finca Los Alpes



Figura 5. Lote 3: Finca El Vergel



Figura 4. Lote 4: Finca El Porvenir

Tabla 4. Ubicación de las fincas muestreadas

No	FINCA	VEREDA	COORDENADAS		ALTURA (m.s.n.m.)
			LATITUD	LONGITUD	
1	Vegonia	Morelia	2°2'60.00"	76°10'51.00"	1704
2	Los Alpes	Morelia	2°4'1.00"	76°11'8.00"	1768
3	El Vergel	El Palmar	2°4'18.39"	76°12'13.0"	1780
4	El Porvenir	El Palmar	2°5'22.00	76°12'51.0"	1841



Figura 6. Localización Geográfica de los predios

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

El municipio de Salado Blanco, está ubicado en el costado sur del Departamento del Huila y de Colombia, formado por las ramificaciones de la cordillera central y el flanco oriental, que se define topográficamente en algunas mesetas y colinas; también en parte de las estribaciones de la Serranía de las Minas, que hacen parte limítrofe entre Salado Blanco y los municipios de la Argentina y Oporapa, con los cuales limita al norte, al occidente con el departamento del Cauca, al oriente con el municipio de Elías y al sur con Isnos y Pitalito.

La cabecera municipal se encuentra a 1.316 msnm y goza de una temperatura media de 21°C. No obstante, el municipio presenta diferentes alturas que van desde los 1000 msnm sobre la margen del Río Magdalena, hasta los 4600 m.s.n.m. en el cerro de Pan de Azúcar, una precipitación media anual de 2000 - 4000 mm. La economía de Salado Blanco tiene como base la agricultura y ganadería, produce en abundancia el café como su principal producto y algunos como el frijol, maíz, caña, lulo, plátano, cacao, yuca y arracacha (Plan de Desarrollo Municipal Salado Blanco, 2016).

3.3 MÉTODOS

3.3.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA

Para la recolección de literatura relacionada con las características apropiadas del suelo para la siembra del cultivo de caña se consultó documentos como libros, tesis, guías técnicas, páginas web de fuentes confiables, artículos científicos y el anuario estadístico agropecuario 2015.

3.3.2 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para el reconocimiento del área de estudio se tuvo en cuenta las fincas beneficiarias del proyecto “Propuesta de cooperación y apoyo para siembra y asistencia técnica de 50 hectáreas con cultivo de caña para el mejoramiento de los ingresos, la sostenibilidad y diversificación rural de pequeños productores en el municipio de Salado blanco departamento del Huila” coordinado por El Centro Provincial de Gestión Agroempresarial del Sur del Departamento del Huila “AGROSUR”. De los cuales se seleccionaron 4 fincas donde se realizó visitas de campo haciendo el recorrido por cada uno de los predios e identificando su ubicación con ayuda del GPS.

3.3.3 TOMA DE MUESTRAS DE SUELO

La toma de muestras se realizó teniendo en cuenta el protocolo y recomendaciones de la Federación Nacional de Paneleros, haciendo un recorrido en zigzag y ubicando entre 5 y 10 submuestras por cada hectárea del terreno, las cuales se tomaron con una pala, un machete y un balde, utensilios que encontraron limpios de cualquier sustancia contaminante. Se Realizó a una profundidad de 20 cm (profundidad que alcanzan las raíces de la caña), luego se homogenizo la muestra y por último se seleccionó y empacó 1 kg de suelo con su respectivo rotulo para ser llevadas al laboratorio de suelos “Precisuelos” y al laboratorio de recursos GEOAGROAMBIENTALES (LABGAA) de la universidad Surcolombiana y así determinar las propiedades físico – químicos del suelo.



Figura 7. Toma de muestras de suelo



Figura 8. Muestras de suelo rotuladas

Nombre de la finca:	_____
Municipio:	_____
Vereda:	_____
Lote:	_____
Área:	_____
Cultivo:	_____
Nombre de propietario:	_____
Fecha de la toma muestra:	_____

Figura 9. Rotulo para la muestra de suelo

Fuente: Fedepanela, 2009.

3.3.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS DEL SUELO

Las propiedades físico-químicas del suelo de cada predio se determinaron mediante pruebas de campo y laboratorio utilizando diferentes métodos:

3.3.4.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

En el laboratorio de Recursos Geoagroambientales (LABGAA) de la universidad Surcolombiana fueron determinadas propiedades físicas del suelo como: textura, densidad real, densidad aparente, punto de marchitez permanente y capacidad de campo. Las demás propiedades como el color, infiltración y conductividad hidráulica fueron determinadas en campo.

3.3.4.1.1 COLOR

La determinación del color en las muestras de suelo en estado seco, se realizó mediante las tablas Munsell las cuales permiten de una manera más accesible evaluar y clasificar el color del suelo.

Según la FAO (2009), las tablas Munsell están compuestas por matiz, que es el color espectral dominante (rojo, amarillo, verde, azul o violeta); el valor, es la claridad u oscuridad de los rangos de color de 1 (oscuro) a 8 (claro); y el croma, es la pureza o fuerza del rango de color desde 1 (pálido) a 8 (brillante).

3.3.4.1.2 TEXTURA

Para determinar el porcentaje de Arena, Arcilla y Limo que contiene cada muestra de suelo se utilizó el método de Bouyoucos. La clasificación textural se realizó de acuerdo a los resultados del laboratorio de suelos "Precisuelos".

3.3.4.1.3 DENSIDAD REAL

Fue determinada mediante el método del picnómetro, el cual consiste en calcular la masa a través de un recipiente de volumen conocido en 4 situaciones diferentes.

3.3.4.1.4 DENSIDAD APARENTE

El método utilizado para determinar la densidad aparente fue el terrón parafinado el cual consiste en calcular la masa del suelo y el volumen total, en el caso de la masa se conoce pesando el terrón (corregido a 105 °C, parafinado y sin parafinar) y en el caso del volumen, se recubre el terrón con una capa de parafina sumergiéndolo en una probeta con agua para tomar el volumen desplazado.

3.3.4.1.5 POROSIDAD

El porcentaje de porosidad fue calculado mediante la ecuación 1 que relaciona la densidad aparente y la densidad real.

$$P \% = \left(1 - \frac{Da}{Dr}\right) * 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

Da = Densidad Aparente

Dr = Densidad Real

3.3.4.1.6 CAPACIDAD DE CAMPO

La capacidad de campo se determinó mediante la utilización de las membranas de Richard, saturando las muestras y posteriormente drenando el exceso de agua a un potencial matricial de 0,3 bar (0.03 MPa) utilizado en suelos de textura fina.

3.3.4.1.7 PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE

Para determinar esta propiedad se realizó mediante las membranas de Richard el cual relaciona el contenido en humedad a un potencial matricial de 15 bar (1.5 MPa), ya que la tensión de humedad de un suelo al punto de marchitamiento permanente varía entre 7 y 32 bar dependiendo de la textura del suelo, la condición de las plantas, la cantidad de sales solubles y las condiciones climáticas.

3.3.4.1.8 INFILTRACIÓN

Se realizó en campo mediante el método de anillos infiltrómetros los cuales tienen un diámetro de 30 cm para el anillo interno y 60 cm el anillo externo. Para realizar la prueba se escogió un lugar donde el terreno fuera casi plano y se introdujo fijamente en el suelo los anillos con ayuda de una maceta de tal manera que estuvieran nivelados uno del otro. Luego se procedió a llenarlos con agua hasta el mismo nivel, para así tomar lecturas a los 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 30, 60, 90 y 120 minutos. Con los datos obtenidos se procedió a tabularlos para obtener la gráfica

de Infiltración acumulada vs el tiempo en la cual, se aplicó la regresión de potencia para hallar la línea de tendencia, obteniendo así, la ecuación de regresión de potencias. Posteriormente se calculó la infiltración instantánea o real mediante la ecuación 2:

$$i = K * t^n \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

$$K = a * b$$

$t =$ *Tiempo de infiltracion*

$$n = b - 1$$

Después se halló el tiempo básico para así reemplazarlo en la ecuación 3 de infiltración instantánea y poder determinar la infiltración básica.

Tiempo básico:

$$t_b = -600 * n \text{ (cuando se trabaja en minutos)} \quad \text{Ecuación 3}$$



Figura 10. Prueba de infiltración

3.3.4.1.9 CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA

Se determinó en campo mediante el método de pozo barrenado, haciendo un pozo con ayuda de un barreno a una profundidad de 60 cm, y tomando sus demás medidas de geometría, luego se llenó con agua 40 cm y se colocó un flotador con un dispositivo, el cual, permitió determinar las medidas de descenso del agua en función del tiempo (s), empleando intervalos de tiempo constantes cada 30 segundos durante 7 minutos, de esta manera calcular la conductividad hidráulica mediante la ecuación 4.

$$K = 432 r \frac{\ln\left(h_o + \frac{r}{2}\right) - \ln\left(h_n + \frac{r}{2}\right)}{t_n - t_o} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

K = Conductividad hidráulica (m/día)

r = Radio del pozo barrenado (cm)

h_o = Nivel de agua inicial (cm)

h_n = Nivel de agua final (cm)

t_o = Tiempo inicial (s)

t_n = Tiempo final (s)



Figura 11. Prueba de conductividad hidráulica

3.3.4.2 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

Las propiedades químicas del suelo como lo son pH, capacidad de intercambio catiónico, macroelementos, microelementos y contenido de materia orgánica, fueron determinadas en el laboratorio de suelos “Precisuelos” utilizando los siguientes métodos:

Tabla 5. Métodos para determinar las propiedades químicas del suelo.

PROPIEDAD QUÍMICA	MÉTODO
pH	Electrométrica
Capacidad de intercambio catiónico	Valoración ácido base, extracción con acetato de amonio 1 N
Conductividad eléctrica	Potenciométrico
Contenido de materia orgánica	Walkley -Black

Continuación Tabla 5. Métodos para determinar las propiedades químicas del suelo.

PROPIEDAD QUÍMICA	MÉTODO
Nitrógeno (N)	Kheldahl
Fosforo (P)	Colorimétrico (Bray II modificado)
Potasio (K)	Acetato de amonio y determinación A.A.
Magnesio (Mg)	Acetato de amonio y determinación A.A.
Calcio (Ca)	Acetato de amonio y determinación A.A.
Aluminio (Al)	Extracción KCl
Sodio (Na)	Mehlich- DTPA determinación por Absorción Atómica
Hierro (Fe)	Mehlich- DTPA determinación por Absorción Atómica
Boro (B)	Colorimétrico (Azometina H)
Cobre (Cu)	Mehlich- DTPA determinación por Absorción Atómica
Manganeso (Mn)	Mehlich- DTPA determinación por Absorción Atómica
Zinc (Zn)	Mehlich- DTPA determinación por Absorción Atómica

El laboratorio de suelos “Precisuelos” proporciono los rangos óptimos de microelementos y macroelementos para el cultivo de caña los cuales fueron utilizados para realizar el plan de fertilización (Ver Anexo A).

3.3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO

Según los resultados obtenidos en los análisis físico químicos de las muestras de suelo de cada uno de los predios, se realiza el diagnóstico de las condiciones en que se encuentra el suelo con sus necesidades y excesos de nutrientes para la siembra del cultivo de caña mediante un análisis estadístico descriptivo, posteriormente se realiza un plan de fertilización económicamente y ambientalmente adecuado.

Los análisis estadísticos descriptivos fueron realizados mediante el programa Infostat versión 2017, agrupando las propiedades físicas y químicas, donde se determinó la media, mediana, valor máximo, valor mínimo, coeficiente de variación y la desviación estándar.

3.3.6 INTERPRETACIÓN Y CREACIÓN DEL PLAN DE FERTILIZACIÓN

Para la creación del plan de fertilización se tiene en cuenta las propiedades físicas y químicas evaluadas como lo son: color, textura, densidad real, densidad aparente, porosidad, marchitez permanente, capacidad de campo, infiltración y conductividad hidráulica; conductividad eléctrica, pH, capacidad de intercambio catiónico, macroelementos, microelementos y contenido de materia orgánica. A las cuales se les realiza la interpretación de los resultados teniendo en cuenta los requerimientos del cultivo de caña, ya que cada cultivo necesita cantidades específicas de nutrientes, además la cantidad de nutrientes extraídos depende en gran parte del rendimiento esperado del cultivo en el año.

Según FAO (2002), Para un rendimiento de 100 ton/ha por año del cultivo de caña, la una extracción de nutrientes del suelo es la siguiente:

Tabla 6. Extracción de macronutrientes del suelo para el cultivo de caña.

RENDIMIENTO ton/ha /año	NITRÓGENO (Kg/ha) N	FOSFORO (Kg/ha) P ₂ O ₅	POTASIO (Kg/ha) K ₂ O	CALCIO (Kg/ha) Ca	MAGNESIO (Kg/ha) Mg
100	110	90	340	87	50

Fuente: FAO, 2002

Según Malavolta (1992), por cada 100 toneladas de tallos de caña, la planta extrae una cantidad de micronutrientes representados en la siguiente tabla (Citado por Cenicaña, 1995).

Tabla 7. Extracción de micronutrientes del suelo para el cultivo de caña

RENDIMIENTO ton/ha /año	BORO (Kg/ha) B	COBRE (Kg/ha) Cu	HIERRO (Kg/ha) Fe	MANGANESO (Kg/ha) Mn	ZINC (Kg/ha) Zn
100	0.238	0.271	6.189	1.509	0.479

Según García (2015), una vez establecidos los parámetros determinantes de la fertilización se procede a la cuantificación de las necesidades. Estas son el resultado de la diferencia entre los requerimientos nutricionales del cultivo ponderados por su potencial de producción (Ppc) expresados en Kg/ha y la disponibilidad del nutriente en el suelo (S), dividido la eficiencia de la fertilización (E). Como lo expresa la ecuación 5:

$$Nf = (Ppc - S)/E \quad \text{Ecuación 5}$$

De esta manera se obtiene la necesidad de fertilización (Nf) en Kg/ha para cada nutriente, posteriormente se elige las fuentes de fertilizante y se calcula la dosis más adecuada.

Para calcular la dosis de fertilizante según FAO, (2002) los fertilizantes minerales normalmente son expedidos en bultos de 50 kg. De allí el agricultor tendrá que saber la cantidad de nutrientes contenidos en un bulto de 50 kg. La manera más fácil de calcular el peso de los nutrientes en un bulto de 50 kg es de dividir el grado del fertilizante por dos. Así se determina la cantidad de bultos según la necesidad de fertilizante.

3.3.7 SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS A LOS PRODUCTORES

Se realizó la capacitación a los 50 productores beneficiarios del proyecto “Propuesta de cooperación y apoyo para siembra y asistencia técnica de 50 hectáreas con cultivo de caña para el mejoramiento de los ingresos, la sostenibilidad y diversificación rural de pequeños productores en el municipio de Saladoblanco departamento del Huila”, en dirección de la CCPGA Agrosur. La cual fue realizada en el salón comunal la vereda Morelia del municipio de Saladoblanco - Huila el día 31 de marzo del 2018, en donde se habló de manera general del proyecto como sus beneficios, la oportunidad de aumentar la producción de caña panelera en el municipio y los ingresos que podría generar, además se tomó información para el formulario Registro Único de Usuarios de Asistencia Técnica (RUAT) de cada productor.

Asimismo, se socializo sobre las 4 fincas escogidas aleatoriamente para realizar la caracterización de suelos y tener un plan de fertilización acorde a los requerimientos que posee el predio según los análisis de suelo, incentivando a los demás productores de obtener las ventajas que ofrece tener un diagnóstico acertado del estado en que se encuentra el suelo para su producción y la oportunidad de contribuir con el medio ambiente.



Figura 13. Socialización a los productores



Figura 12. Toma de información (RUAT)

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO

Las siguientes tablas muestran la estadística descriptiva de los parámetros estudiados en 4 fincas de las veredas Morelia y El Palmar del municipio de Saladoblanco. Agrupando las propiedades físicas y químicas del suelo.

4.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

4.1.1.1 TEXTURA

La clase textural de los predios caracterizados demuestra suelos Franco Arenoso, Arenoso Franco y Francos ilustrados en la tabla 8. Los suelos Franco-arenosos son fáciles de cultivar y el rendimiento en caña depende en alto grado de la fertilización, aunque esta clase textura no es muy típica en caña (Manrique *et al.*,2000). Los suelos Franco y Franco-arcillosos son las texturas más adecuadas para el cultivo de la caña, en condiciones geomorfológicos aluviales con buenos drenajes, estas texturas dan excelentes rendimientos físicos y buena calidad de panela.

Tabla 8. Clasificación textural de los predios muestreados

No.	FINCA	VEREDA	% ARENA	% ARCILLA	% LIMO	CLASE TEXTURAL*
1	Vegonia	Morelia	52,80	9,27	37,93	F
2	Los Alpes	Morelia	32,10	24,09	43,80	F
3	El Vergel	El Palmar	57,40	9,19	33,44	FA
4	El Porvenir	El Palmar	78,0	5,07	16,90	AF

*F: Franco; A: Arena; Ar: Arcilla.

Los resultados obtenidos en los análisis realizados de las texturas de los predios se encuentran que el porcentaje de arena y limo obtenido en los suelos presentan un valor promedio de 55,08% y 33,02% respectivamente, con una desviación estándar de 18,83 y 11,55 lo que indica una variación significativa de los datos. Del mismo modo el porcentaje arcilla presenta un promedio de 11,91% y una desviación estándar de 8,36 lo que indica una variación media en los resultados. La textura del suelo afecta las características de retención de humedad por los que los suelos arcillosos retienen más que suelos arenosos, ya que estos poseen poros grandes, pero su volumen total es pequeño, dando como resultado baja capacidad de almacenamiento. Así mismo los suelos francos poseen características intermedias trayendo ventajas en el almacenamiento y disponibilidad de agua para el cultivo.

En las clases texturales obtenidas se encuentran que los predios de la vereda Morelia son suelos Francos los cuales son adecuados para el cultivo de caña. Por el contrario, los predios de la vereda El Palmar se obtuvo suelos Franco-Arenoso y Arenoso-Franco lo que indica que son poco utilizados para cultivar caña, pero al tener gran facilidad de laboreo si se fertiliza y se adecua el terreno utilizando los implementos adecuados, se podría presentar buenos rendimientos.

4.1.1.2 COLOR

Los resultados de la determinación del color se observan en la siguiente tabla:

Tabla 9. Resultados determinación de color

No.	FINCA	VEREDA	NOTACIÓN	COLOR
1	Vegonia	Morelia	7,5 YR 3/2	Marrón oscuro
2	Los Alpes	Morelia	10 YR 4/3	Marrón
3	El Vergel	El Palmar	7,5 YR 3/3	Marrón oscuro
4	El Porvenir	El Palmar	7,5 YR 2,5/3	Muy marrón oscuro

Según los resultados obtenidos los predios poseen un color de matiz amarillo rojo lo que indica que son suelos ácidos de zonas templadas, ricos en materia orgánica. Además, los suelos rojos y amarillos provienen de la oxidación de los compuestos minerales de hierro del suelo, cuando se cuenta con buen drenaje permite aireación los que permite mejorar las condiciones de humedad y beneficia la actividad química.

Según Gómez (2013), el color marrón está muy asociado a estados intermedios de alteración del suelo; se relaciona con niveles medios a bajos de materia. En general se asocia con la presencia de materia orgánica ácida parcialmente descompuesta y combinaciones de óxidos de Hierro más materiales orgánicos.

4.1.1.3 DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente obtenida en cada uno de los predios es representada en la tabla 10, en donde se encontró en un rango de 1,32 – 1,43 gr/cm³, con un valor promedio 1,37 gr/cm³ y una desviación estándar de 0,05 lo que indica que no existe una variación significativa en los resultados.

La densidad aparente refleja el contenido total de porosidad en el suelo, por lo que una densidad aparente alta indica un suelo compactado afectando la disponibilidad de agua y Oxígeno, provocando en la caña un crecimiento radicular más lento, con raíces más gruesas y menos ramificadas, repercutiendo en el desarrollo del cultivo.

Tabla 10. Resultados determinación densidad aparente de los suelos.

No.	FINCA	VEREDA	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	1,32	MEDIO
2	Los Alpes	Morelia	1,43	MEDIO
3	El Vergel	El Palmar	1,39	MEDIO
4	El Porvenir	El Palmar	1,34	MEDIO

La clasificación es dada según Cairo (1995), encontrando que en los 4 predios estudiados se encuentran en un rango aceptable, debido a que una densidad aparente en un rango de 0,85 – 1,2 g/cm³ representa un suelo saludable, porosos, bien aireados y con buen drenaje, asimismo es considerado como nivel crítico valores inferiores a 0,5 g/cm³ y superiores a 1,45 g/cm³.

4.1.1.4 DENSIDAD REAL

Los resultados obtenidos de la densidad real de los predios estudiados se presentan en tabla 11, en el cual se obtiene un rango de 2,12 – 2,41 g/cm³, con un valor promedio de 2,31 g/cm³ y una desviación estándar de 0,13 lo que indica poca variación en los resultados.

Tabla 11. Resultados determinación densidad real del suelo

No.	FINCA	VEREDA	DENSIDAD REAL (gr/cm ³)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	2,12	MUY BAJO
2	Los Alpes	Morelia	2,31	MUY BAJO
3	El Vergel	El Palmar	2,41	BAJO
4	El Porvenir	El Palmar	2,40	BAJO

Según la clasificación los suelos se encuentran en un rango de muy bajo a bajo, esto se debe al alto contenido de materia orgánica que presentan los suelos. Por lo general el valor promedio de la densidad real es de 2,65 gr/cm³ considerado normal para suelos minerales. Además, según IGAC (2011), los valores menores a 2,65 gr/cm³ corresponden a los horizontes superficiales y están relacionados con el mayor contenido de materia orgánica.

4.1.1.5 POROSIDAD

Los resultados obtenidos de porosidad en cada uno de los predios estudiados son presentados en la tabla 12, donde se encontró un rango de 37,73-44,16%, con un

valor promedio de 40,58% y una desviación estándar de 3,17 lo que indica poca variación en los resultados.

Tabla 12. Resultados determinación porosidad

No.	FINCA	VEREDA	POROSIDAD (%)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	37,73	BAJA
2	Los Alpes	Morelia	38,1	BAJA
3	El Vergel	El Palmar	42,32	MEDIA
4	El Porvenir	El Palmar	44,16	MEDIA

El porcentaje de porosidad en los predios estudiados presenta una clasificación mediana en promedio, y se puede relacionar al grado de compactación de los suelos a causa de las tecnologías de manejo de la producción de caña como lo son las máquinas, implementos y capacidad de carga de transporte. Así mismo la producción de caña disminuye hasta en 40% como consecuencia de los excesos de humedad que ocurren durante la cosecha en los sitios donde la maquinaria que se emplea produce compactación al suelo.

Según Gómez (2013), la compactación del suelo repercute en propiedades físicas desfavorables debidas a una menor aireación del suelo, menor capacidad de infiltración de agua y dificultad para la penetración de las raíces. La aparición de horizontes compactados dentro de un perfil puede deberse al paso de maquinaria, por el laboreo en condiciones de humedad inadecuadas, o por el paso repetido del arado a cierta profundidad.

4.1.1.6 PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (P.M.P)

Los resultados obtenidos de la humedad a punto de marchitez permanente se encuentran en un rango de 5,98-12,15%, con un valor promedio de 7,71% y una desviación estándar de 2,97 lo cual indica que se presenta poca variación en los resultados.

Los suelos arenosos presentan muy baja capacidad de campo, pero casi toda su humedad es agua útil pues la cantidad de agua en punto de marchitamiento es muy pequeña. Debido a que su valor depende del tipo de suelo, según Israelsen y Hansen (1979), los suelos con textura franca presentan un valor promedio a punto de marchitez permanente de 10%, mientras que los suelos con textura Franco arenosa tienen un valor promedio de 6%.

Entre las prácticas de manejo para el cultivo de caña es recomendable mantener los residuos de la cosecha en verde como cobertura sobre la superficie del suelo favorece la conservación de la humedad edáfica, al reducir la evaporación del agua del suelo y mejorar la infiltración del agua de lluvia.

Tabla 13. Resultados determinación punto de marchitez permanente

No.	FINCA	VEREDA	P.M.P (%)
1	Vegonia	Morelia	12,15
2	Los Alpes	Morelia	6,48
3	El Vergel	El Palmar	6,21
4	El Porvenir	El Palmar	5,98

4.1.1.7 CAPACIDAD DE CAMPO (C.C)

La capacidad de campo obtenida en cada uno de los predios es representada en la tabla 14, en donde se encontró en un rango de 11,87 – 19,10%, con un valor promedio 13,88% y una desviación estándar de 3,49 lo que indica poca variación en los resultados.

Según Castro, (2004) se puede clasificar en el diagnostico integrado de la fertilidad del suelo una capacidad de campo por debajo del 10% son considerados como críticos.

Tabla 14. Resultados determinación capacidad de campo

No.	FINCA	VEREDA	C.C (%)
1	Vegonia	Morelia	19,10
2	Los Alpes	Morelia	12,34
3	El Vergel	El Palmar	12,19
4	El Porvenir	El Palmar	11,87

Debido a que el contenido de arcilla en el suelo ayuda a que la retención de agua sea mayor y por consiguiente aumente la capacidad de campo, en vista que los suelos estudiados poseen poca cantidad de arcilla y gran contenido de arena, los cuales se caracterizan por tener una retención moderada de agua y de nutrientes, drenaje rápido y poco desarrollo estructural.

El uso intensivo de los suelos y las constantes prácticas de laboreo en condiciones de altos contenidos de humedad son unas de las causantes de los problemas de degradación física en la estabilidad estructural, la organización del espacio poroso y la densidad en la capa arable, características que pueden dificultar a las plantas la utilización de agua y nutrientes del suelo, y originar cambios en la humedad.

4.1.1.8 INFILTRACIÓN

Según los datos obtenidos en campo, 3 de 4 fincas muestreadas, presentan una clasificación de infiltración moderada, por otro lado, la finca restante es clasificada como moderadamente rápida, evidenciando que tiene buena capacidad para absorber agua, como se representa en la tabla 15.

Tabla 15. Resultados de la prueba infiltración

No.	FINCA	VEREDA	INFILTRACIÓN (cm/h)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	5,02	Moderada
2	Los Alpes	Morelia	2,5	Moderada
3	El Vergel	El Palmar	6	Moderada
4	El Porvenir	El Palmar	6,4	Moderadamente rápida

Según los resultados estadísticos se encuentra un valor promedio de 4,98 cm/h, con un rango de 2,5 - 6,40 cm/h y una desviación estándar de 1,75 lo que indica poca variación en los resultados. Siendo la velocidad de infiltración promedio moderada, lo cual está relacionado con el valor de porosidad obtenido en un rango medio, ya que a medida que aumenta la compactación se reducen las tasas de infiltración, dificultando la solución de los nutrientes y por ende la absorción de los mismos por parte de las plantas.

Debido a que la capacidad del suelo para retener agua depende de muchos factores que pueden variar los datos obtenidos en la prueba como lo son; el estado en que se encuentra, si una gran parte de los poros del suelo ya están saturados, la capacidad de infiltración será menor que si la humedad del suelo es relativamente baja, del mismo modo la textura, un suelo arenoso tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compactado. En caso de que los suelos bajen su capacidad de infiltración y posean excesos de humedad superficial, se recomienda la labranza mínima y en suelos con bajos niveles de materia orgánica Cenicña (2014) sugiere la aplicación de compost para mejorar las condiciones físico-químicas.

4.1.1.9 CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA

Los datos obtenidos en campo demuestran que en 3 de 4 fincas estudiadas, obtuvieron una clasificación moderadamente lenta y la finca restante con 1,9 cm/h se clasificó como moderada, según el rango de 1.6 – 5.0 cm/h.

Tabla 16. Resultados de la prueba de conductividad hidráulica

No.	FINCA	VEREDA	CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (cm/h)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	0,83	Moderadamente lenta
2	Los Alpes	Morelia	0,6	Moderadamente lenta
3	El Vergel	El Palmar	1,0	Moderadamente lenta
4	El Porvenir	El Palmar	1,9	Moderada

En los resultados obtenidos se encuentra un valor promedio de 1,08 cm/h, además se halla en un rango de 0,6-1,9 cm/h, con una desviación estándar de 0,57 lo que representan una mínima variación en los datos obtenidos. Debido a que la movilidad del agua dentro del suelo depende del grado de saturación y la naturaleza del mismo, los resultados demuestran que la movilidad del agua fue en un promedio moderadamente lenta, lo que puede deberse a la compactación y porosidad moderada lo que genera un cierre de los poros y cambio en la estructura del suelo que dificulta el movimiento vertical del agua.

4.1.2 PROPIEDADES QUIMICAS DEL SUELO

4.1.2.1 pH

El pH obtenido de los análisis realizados en los predios se encuentra en un rango de 4,81-5,54. Teniendo en cuenta, según Manrique *et al.*, (2000), la caña para panela puede cultivarse relativamente bien dentro de los límites que van de 5,5 – 7,5.

En los resultados obtenidos se encuentra un valor promedio de 5, con una desviación estándar de 0,36 lo que indica una mínima variación en los resultados.

Tabla 17. Resultados de pH de los predios muestreados

No.	FINCA	VEREDA	pH	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	4,82	Muy fuertemente ácidos
2	Los Alpes	Morelia	4,81	Muy fuertemente ácidos
3	El Vergel	El Palmar	4,82	Muy fuertemente ácidos
4	El Porvenir	El Palmar	5,54	Fuertemente ácidos

Un pH muy ácido influye en las propiedades físicas presentando una intensa alteración de minerales y una estructura inestable. Así mismo en las propiedades

químicas la asimilación de nutrientes del suelo está influenciada por el pH, ya que determinados nutrientes se pueden bloquear en determinadas condiciones de pH y no son asimilables para las plantas.

Según la clasificación se encuentra suelos fuertemente ácidos y muy fuertemente ácidos, debido a que la caña panelera se cultiva mejor en suelos moderadamente o ligeramente ácidos es necesario aplicar un correctivo que permita disminuir la acidez, ya que el aumento de acidez puede limitar la producción.

4.1.2.2 CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC)

Los resultados obtenidos se presentan en tabla 18, en el cual se observa un rango de 4,54-6,72 meq/100g con un valor promedio de 5,57 meq/100g y una desviación estándar de 0,89 lo que indica una mínima variación en los resultados. Según Torrente (2016), este parámetro depende esencialmente de los coloides del suelo compuestos por la materia orgánica, el contenido y tipo de arcillas, conformando el almacén de cationes y constituyéndose en la reserva nutritiva para las plantas. Además, según el pH en los suelos ácidos predominan H⁺ y Al⁺⁺⁺, en los suelos alcalinos predominan las bases fundamentalmente el Na⁺ y en los neutros el Ca⁺⁺ (Casas, 2012).

En los datos registrados se indica un valor promedio de 5,57 meq/100g lo que se clasifica como una capacidad de intercambio catiónico baja, ya que los predios muestreados presentan gran cantidad de arena siendo esta la partícula de mayor tamaño y según Casas (2012), cuanto más pequeña sea la partícula, más grande será la capacidad de intercambio catiónico.

Tabla 18. Resultados de la capacidad de intercambio catiónico.

No.	FINCA	VEREDA	C.I.C (meq/100g)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	6,72	Bajo
2	Los Alpes	Morelia	5,45	Bajo
3	El Vergel	El Palmar	4,54	Bajo
4	El Porvenir	El Palmar	5,58	Bajo

4.1.2.3 MATERIA ORGÁNICA (M.O)

Los resultados obtenidos en la cantidad de materia orgánica son representados en la tabla 19. Donde se presenta un rango de 8,70%-11,75% con un valor promedio de 9,64% y una desviación estándar de 1,44 lo que indica poca variación en los resultados.

Los predios que se encuentran en una clasificación de alto contenido de materia orgánica por lo que si se contribuye con buenos drenajes se puede producir cosechas abundantes con altos rendimientos (Manrique *et al.*,2000). Además de ser una de las propiedades que influyen en la penetración y absorción de las raíces junto con el pH y la capacidad de intercambio catiónico.

El alto contenido en los predios de materia orgánica se relaciona con el color marrón obtenido, los valores bajos de densidad real y gran disponibilidad de Nitrógeno.

Tabla 19. Resultados de % Materia orgánica

No.	FINCA	VEREDA	MATERIA ORGÁNICA (%)
1	Vegonia	Morelia	9,41
2	Los Alpes	Morelia	11,75
3	El Vergel	El Palmar	8,71
4	El Porvenir	El Palmar	8,70

4.1.2.4 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Los resultados obtenidos de conductividad eléctrica son presentados en la tabla 20. Encontrando un rango de 0,04 – 0,18 dS/m con un valor promedio de 0,10 dS/m y una desviación estándar de 0,06 lo que indica que no existe una variación significativa en los resultados. Estos valores permiten clasificar los suelos como normales y no salinos, donde los cultivos no van a verse afectados por aspectos como la toxicidad de algunos iones presentes como el Sodio, la disminución de crecimiento de las plantas por la baja absorción del agua por las raíces.

Tabla 20. Resultados determinación conductividad eléctrica

No.	FINCA	VEREDA	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (dS/m)
1	Vegonia	Morelia	0,10
2	Los Alpes	Morelia	0,18
3	El Vergel	El Palmar	0,09
4	El Porvenir	El Palmar	0,04

4.1.2.5 NITRÓGENO (%)

Los resultados obtenidos de Nitrógeno en cada uno de los predios son representados en la tabla 21, se encontró en un rango de 0,33%-0,49%, con un valor promedio 0,43% y una desviación estándar 0,07 lo que indica que no existe una variación significativa en los resultados. El rango adecuado para el cultivo de caña es de 0,09% - 0,19%, según los resultados las cuatro fincas se encuentran en una clasificación de contenido excesivo de Nitrógeno.

Tabla 21. Resultados de % Nitrógeno

No.	FINCA	VEREDA	NITRÓGENO (%)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	0,49	Excesivo
2	Los Alpes	Morelia	0,48	Excesivo
3	El Vergel	El Palmar	0,41	Excesivo
4	El Porvenir	El Palmar	0,33	Excesivo

El contenido de Nitrógeno es directamente relacionado con el contenido de materia orgánica, por lo que al presentar altos niveles de materia orgánica de la misma manera se presenta altos % Nitrógeno causando reducción en la calidad del azúcar de la caña llevando a una baja en el contenido de sacarosa, por lo que es recomendable no aplicar materia orgánica ni fertilizantes que contengan dicho elemento.

4.1.2.6 FOSFORO (ppm)

El contenido de Fosforo en los predios muestreados presenta un rango de 2,50-12,08 ppm, con un valor promedio de 8,84 ppm y una desviación estándar de 4,32 lo que indica una variabilidad media en los datos obtenidos. El Fósforo tiene un efecto directo en el rendimiento de azúcar, no solo a través de un aumento en la producción física, sino también por incrementar el contenido de sacarosa en la caña cosechada, debido a esto el rango adecuado para el cultivo es 5-10 ppm, por lo que la finca Vegonia y El porvenir presentan exceso, la finca Los Alpes presenta deficiencia y la finca El Vergel se encuentra dentro del rango adecuado de contenido de Fosforo.

Tabla 22. Resultados de contenido de Fosforo (ppm).

No.	FINCA	VEREDA	FOSFORO (ppm)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	10,89	Excesivo
2	Los Alpes	Morelia	2,50	Deficiente
3	El Vergel	El Palmar	9,90	Adecuado
4	El Porvenir	El Palmar	12,08	Excesivo

4.1.2.7 POTASIO (meq/100g)

Los resultados obtenidos del contenido de Potasio en los predios muestreados se presenta un rango de 0,20-0,42 meq/100g, con un valor promedio de 0,35 meq/100g y una desviación estándar de 0,10 lo que indica una mínima variación en los datos obtenidos. Según Cenicaña (1995), los síntomas de deficiencia de potasio en caña se manifiestan como un marcado amarillento de las hojas, especialmente en el ápice y los márgenes que termina con el necrosamiento de las áreas afectadas. Asimismo, el Potasio tiene una función clave en la síntesis de azúcar y su translocación en la caña, y su rango adecuado para el cultivo es 0,3-0,6 meq/100g, por lo que las fincas Vegonia, El Vergel y El Porvenir se encuentran dentro del rango adecuado y la finca Los Alpes, presenta un nivel bajo de Potasio.

Tabla 23. Resultados de contenido de Potasio (meq/100g)

No.	FINCA	VEREDA	POTASIO (meq/100g)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	0,37	Adecuado
2	Los Alpes	Morelia	0,20	Bajo
3	El Vergel	El Palmar	0,39	Adecuado
4	El Porvenir	El Palmar	0,42	Adecuado

4.1.2.8 MAGNESIO (meq/100g)

El contenido de Magnesio de los predios caracterizados se encuentra en la tabla 24, presentando un rango de 0,33-1,84 meq/100g, con un valor promedio de 1,03 meq/100g y una desviación estándar de 0,63 lo que indica una mínima variabilidad en los resultados obtenidos. El rango adecuado del macroelemento para el cultivo de caña es de 0,5-1,15 meq/100g, por lo que las fincas El Vergel y El Porvenir de la vereda El Palmar se encuentran con el contenido adecuado de Magnesio en el suelo, a diferencia de la finca Vegonia que presenta un exceso y la finca Los Alpes que presenta déficit del elemento.

Tabla 24. Resultados de contenido de Magnesio (meq/100g)

No.	FINCA	VEREDA	MAGNESIO (meq/100g)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	1,84	Excesivo
2	Los Alpes	Morelia	0,33	Deficiente
3	El Vergel	El Palmar	0,85	Adecuado
4	El Porvenir	El Palmar	1,09	Adecuado

4.1.2.9 CALCIO (meq/100g)

Los resultados obtenidos del contenido de Calcio en los predios muestreados se encuentran en un rango de 0,57- 2,60 meq/100g, con un valor promedio de 1,45 meq/100g y una desviación estándar de 0,86 lo que representa poca variabilidad en los datos adquiridos. Según Cenicaña (1995), la absorción de calcio por la planta está estrechamente relacionada con el contenido en la fracción intercambiable y con la proporción en que se encuentre en el suelo en relación con otros cationes, especialmente con magnesio y potasio. El contenido adecuado de Calcio para el cultivo de caña se encuentra en un rango de 1,5-3,0 meq/100g, por lo que las fincas Vegonia y El Vergel se hallan con el rango óptimo, a diferencia de las fincas Los Alpes y El Porvenir que presentan déficit del macronutriente.

Tabla 25. Resultados de contenido de Calcio (meq/100g)

No.	FINCA	VEREDA	CALCIO (meq/100g)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	2,60	Adecuado
2	Los Alpes	Morelia	0,57	Deficiente
3	El Vergel	El Palmar	1,49	Adecuado
4	El Porvenir	El Palmar	1,12	Deficiente

4.1.2.10 ALUMINIO (meq/100g)

Los resultados obtenidos de Aluminio en cada uno de los predios son representados en la tabla 26, encontrando un rango de 0,13 - 2,35 meq/100g, con un valor promedio de 1,01 meq/100g y una desviación estándar 1,07 lo que indica poca variación en los resultados. Según Casierra y Aguilar (2007), el Aluminio es el factor más limitante del crecimiento y productividad en los suelos ácidos del mundo, que abarcan más de 40% de la superficie agrícola. Alrededor de 85% del territorio colombiano está compuesto por suelos ácidos, en los cuales la productividad de plantas se restringe debido a la acidez del suelo y la toxicidad por Aluminio. El rango óptimo del contenido de aluminio para el cultivo de caña es de 0,1-1,0 meq/100g, las fincas Vegonia y Los Alpes de la vereda Morelia se encuentran dentro del rango adecuado a diferencia de las fincas El Vergel y El Porvenir de la vereda El Palmar tienen exceso del elemento.

Tabla 26. Resultados de contenido de Aluminio (meq/100g)

No.	FINCA	VEREDA	ALUMINIO (meq/100g)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	0,13	Adecuado
2	Los Alpes	Morelia	0,17	Adecuado
3	El Vergel	El Palmar	1,40	Excesivo
4	El Porvenir	El Palmar	2,35	Excesivo

4.1.2.11 SODIO (meq/100g)

Los resultados obtenidos de Sodio en cada uno de los predios muestreados se presentó un rango de 0,08-0,17 meq/100g, con un valor promedio de 0,11 meq/100g y una desviación estándar de 0,04 lo que indica que no hay variación significativa en los resultados. El rango adecuado de contenido de Sodio para el cultivo de caña es de 0,1 – 1,0 meq/100g, por lo que en las fincas Vegonia y El Vergel cuentan con un contenido óptimo de dicho elemento, a diferencia de las fincas Los Alpes y El Porvenir que presentan un nivel deficiente.

Tabla 27. Resultados de contenido de Sodio (meq/100g)

No.	FINCA	VEREDA	SODIO (meq/100g)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	0,17	Adecuado
2	Los Alpes	Morelia	0,08	Deficiente
3	El Vergel	El Palmar	0,11	Adecuado
4	El Porvenir	El Palmar	0,08	Deficiente

4.1.2.12 HIERRO (ppm)

Los resultados obtenidos del contenido de Hierro en los predios muestreados se encuentran en un rango de 13,75-55,0 ppm, un valor promedio de 38,50 ppm y una desviación estándar de 17,84 lo que representa una variabilidad significativa en los datos obtenidos. Según Cenicaña (1995), la deficiencia de Hierro se manifiesta en las hojas jóvenes como rayas cloróticas que alternan con el color verde de las nervaduras. Para el cultivo de caña el contenido de Hierro debe tener un rango de 40-80 ppm, por lo que las fincas Vegonia y El Vergel se encuentran dentro del rango óptimo, a diferencia de la finca El Porvenir que tiene un contenido bajo y la finca Los Alpes presenta déficit de dicho elemento.

Tabla 28. Resultados de contenido de Hierro (ppm)

No.	FINCA	VEREDA	HIERRO (ppm)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	55,0	Adecuado
2	Los Alpes	Morelia	13,75	Deficiente
3	El Vergel	El Palmar	46,86	Adecuado
4	El Porvenir	El Palmar	38,40	Bajo

4.1.2.13 BORO (ppm)

Los resultados obtenidos de Boro en cada uno de los predios son representados en la tabla 29, encontrando un rango de 0,44-0,56 ppm, con un valor promedio 0,51 ppm y una desviación estándar 0,05 lo que indica que no hay una variación significativa en los datos. Según Quintero (2008), el Boro es absorbido en la forma de borato por las raíces o por las hojas e interviene en la actividad mitótica y en el transporte de azúcares a través de las membranas. Asimismo, tiene un efecto directo en el desarrollo de nuevas raíces y brotes de la caña por lo que su contenido debe estar en un rango adecuado de 0,40-0,60 ppm, las cuatro fincas muestreadas se encuentran dentro de rango óptimo de contenido de dicho elemento.

Tabla 29. Resultados de contenido de Boro (ppm)

No.	FINCA	VEREDA	BORO (ppm)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	0,50	Adecuado
2	Los Alpes	Morelia	0,56	Adecuado
3	El Vergel	El Palmar	0,54	Adecuado
4	El Porvenir	El Palmar	0,44	Adecuado

4.1.2.14 COBRE (ppm)

Los resultados obtenidos del contenido de Cobre en los predios muestreados se encuentran en un rango de 0,16-1,22 ppm, con un valor promedio de 0,69 ppm y una desviación estándar de 0,43 lo que representa poca variabilidad en los datos adquiridos. Según Cenicaña (1995), las deficiencias de cobre son frecuentes en suelos que han recibido altas aplicaciones de abonos orgánicos. El rango adecuado del contenido de Cobre para el cultivo de caña es de 1,0-3,0 ppm, teniendo en cuenta esta clasificación la finca Vegonia se encuentra dentro del rango óptimo, a diferencia de las fincas Los Alpes, El Vergel, y El Porvenir que presentan un contenido deficiente del elemento.

Tabla 30. Resultados de contenido de Cobre (ppm)

No.	FINCA	VEREDA	COBRE (ppm)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	1,22	Adecuado
2	Los Alpes	Morelia	0,16	Deficiente
3	El Vergel	El Palmar	0,64	Deficiente
4	El Porvenir	El Palmar	0,73	Deficiente

4.1.2.15 MANGANESO (ppm)

Los resultados obtenidos de Manganeso en cada uno de los predios muestreados son representados en la tabla 31, los cuales se encuentran en un rango de 0- 10,57 ppm, con un valor promedio de 4,40 ppm y una desviación estándar de 4,45 lo que indica una variabilidad media en los datos. La deficiencia de manganeso es semejante a la deficiencia de Hierro presentando clorosis intervenal en las hojas jóvenes. El cultivo de caña requiere un rango óptimo del contenido de Manganeso que es de 20-40 ppm, las cuatro fincas muestreadas presentan un contenido deficiente de dicho elemento.

Tabla 31. Resultados de contenido de Manganeso (ppm)

No.	FINCA	VEREDA	MANGANESO (ppm)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	10,57	Deficiente
2	Los Alpes	Morelia	0,001	Deficiente
3	El Vergel	El Palmar	3,90	Deficiente
4	El Porvenir	El Palmar	3,11	Deficiente

4.1.2.16 ZINC (ppm)

Los resultados obtenidos del contenido de Zinc en los predios muestreados se encuentran en un rango de 0-5,92 ppm, con un valor promedio de 1,87 ppm, y una desviación estándar de 2,73 lo que representa poca variabilidad en los datos. El Zinc ayuda al desarrollo temprano de raíces y brotes, llevando a un incremento en el rendimiento de la caña, asimismo su deficiencia provoca entrenudos cortos, por lo cual se debe presentar con un contenido adecuado de 1,30-3,0 ppm, según los resultados la finca Vegonia de la vereda Morelia presenta un contenido excesivo, a diferencia de las fincas Los Alpes, El Vergel y El Porvenir que poseen déficit del microelemento.

Tabla 32. Resultados de contenido de Zinc (ppm)

No.	FINCA	VEREDA	ZINC (ppm)	CLASIFICACIÓN
1	Vegonia	Morelia	5,92	Excesivo
2	Los Alpes	Morelia	0,001	Deficiente
3	El Vergel	El Palmar	0,87	Deficiente
4	El Porvenir	El Palmar	0,67	Deficiente

4.2 PLAN DE FERTILIZACIÓN

Los fertilizantes son herramientas muy importantes para el desarrollo de la agricultura, permitiendo tener mayor productividad del suelo. Teniendo en cuenta los análisis de suelos de las fincas se elaboró la alternativa de fertilización para cada uno de los predios supliendo las deficiencias de nutrientes, donde lo ideal es el uso de fuentes simples de elementos necesarios y así preparar la formula específica para el cultivo.

La evaluación de los suelos permitió identificar que son suelos con alto contenido de arena, ricos en materia orgánica y Nitrógeno, con un nivel alto de Fosforo y Potasio en la mayoría de los predios, con una principal limitante que son suelos fuertemente ácidos por lo que es necesario encalar.

Para calcular la cantidad de nutrientes requeridos por las plantas se utilizó el balance suelo-planta, el cual permite de una manera muy eficiente proyectar un rendimiento deseado y de esta manera realizar una fertilización balanceada.

De igual manera para realizar la fertilización de manera correcta se sugiere aplicar el correctivo de acidez como lo es la cal agrícola, al momento de la siembra en las dosis requeridas y establecidas. Es recomendable realizar una mezcla con la totalidad de los fertilizantes propuestos en el plan de fertilización y hacer 2 divisiones en partes iguales de nutrientes, los cuales se aplicarán a los 3 y 4 meses de sembrado el cultivo. Para la aplicación de fertilizante en las fincas Los Alpes, El Vergel y El Porvenir debido a las pendientes que presentan se recomienda realizarla al voleo, en la finca el Vegonia ya que en las características del predio se encuentra poca inclinación se puede aplicar mediante la utilización de maquinaria agrícola como lo es la abonadora ayudando hacer más efectivo el trabajo.

Es importante fertilizar antes de que el cultivo tenga 5 meses, ya que se generan deficiencias nutricionales, repercutiendo en el desarrollo normal del cultivo y en la calidad final de producto como lo es en este caso la panela.

4.2.1 LOTE 1: FINCA VEGONIA

En la finca Vegonia ubicada en la vereda Morelia, se observa un suelo Franco con alto contenido de arena, además rico en materia orgánica, en macroelementos y microelementos por que se clasifica como un suelo rico en nutrientes con pocas deficiencias apto para la siembra de caña de azúcar. Entre las deficiencias se encuentra que es un suelo clasificado como muy fuertemente ácido, según Torrente (2016), esto es un problema de los suelos localizados en las cordilleras andinas y en los valles interandinos, donde el clima de caracteriza por lluvias frecuentes e intensas. Además, el suelo presenta bajo contenido del micronutriente Manganeso por lo que se recomienda fertilizantes como cal agrícola y sulfato de Manganeso.

4.2.1.1 MUESTRA DE CÁLCULO

- **Calculo recomendación de Cal agrícola**

Contenido de Aluminio: 0,13 meq/100g

$$0,13 \text{ meq/100g} \times 0,02004 \text{ g} = 2,6052 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$\text{Volumen del suelo: } 10.000 \text{ cm} \times 10.000 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 2 \times 10^9 \text{ cm}^3$$

$$\text{Peso del suelo: } 2 \times 10^9 \text{ cm}^3 \times \text{Da} \rightarrow 2 \times 10^9 \text{ cm}^3 \times 1,32 \text{ g/cm}^3 = 2,64 \times 10^9 \text{ g}$$

$$\text{Gramos de cal} = \frac{2,64 \times 10^9 \text{ g} \times 2,6052 \times 10^{-3} \text{ g}}{100 \text{ g}} = 68777,28 \text{ g} \rightarrow 68,77 \text{ Kg de cal}$$

$$\text{Kg de cal puro} = \frac{68,77 \text{ Kg} \times 1 \text{ Kg}}{0,34 \text{ Kg cal puro}} = 202,26 \text{ kg de cal puro}$$

- **Calculo recomendación Manganeso**

Necesidad de fertilizante:

$$Nf = (Ppc - S)/E$$

$$Nf = \frac{1,509 \frac{\text{Kg}}{\text{ha}} - 0,001057 \frac{\text{Kg}}{\text{ha}}}{0,30} = 5 \frac{\text{Kg}}{\text{ha}}$$

Tabla 33. Plan de fertilización para la finca Vegonia.

DEFICIT	FERTILIZANTE COMERCIAL	RECOMENDACIÓN Kg/ ha	COMPOSICIÓN	DOSIS
pH acido	Cal agrícola	202,3	47,9% CaO	9 Bultos/ha (50 Kg)
Manganeso	Sulfato de Manganeso	5	30% Mn	1 Bulto/ha (20 Kg)

4.2.2 LOTE 2: FINCA LOS ALPES

La finca Los Alpes ubicada en la vereda Morelia, presenta un suelo franco, rico en materia orgánica y nitrógeno, pero con deficiencias de macronutrientes y micronutrientes, además de tener un pH clasificado como muy fuertemente ácido. Debido a la falta de nutrientes es necesario fertilizar para suplir los requerimientos nutricionales del cultivo y lograr el rendimiento esperado.

Para la fertilización se opta por recomendar aplicar cal agrícola como criterio para corregir la acidez, superfosfato triple para suplir las necesidades de fósforo y sulfato de potasio para corregir deficiencias de potasio. Además, para aportar las cantidades suficientes de micronutrientes y se logró el adecuado desarrollo del cultivo, se seleccionaron fertilizantes simples.

4.2.2.1 MUESTRA DE CÁLCULO

- **Calculo recomendación Fósforo**

Necesidad de fertilizante:

$$Nf = (Ppc - S)/E$$

$$S = 2,5 \text{ ppm} \times 2,87 = 7,2 \frac{\text{Kg}}{\text{ha}}$$

$$Nf = \frac{90 \frac{\text{Kg}}{\text{ha}} - 7,2 \frac{\text{Kg}}{\text{ha}}}{0,30} = 276 \frac{\text{Kg}}{\text{ha}}$$

- **Calculo recomendación Potasio**

Necesidad de fertilizante:

$$Nf = (Ppc - S)/E$$

$$S = 0,20 \frac{Meq}{100g} \times 0,039 g = 7,8 \cdot 10^{-3} g \rightarrow \frac{7,8 \cdot 10^{-3} g \times 2,87 \cdot 10^9}{100g} = 223,8 \frac{Kg}{ha}$$

$$Nf = \frac{340 \frac{Kg}{ha} - 223,8 \frac{Kg}{ha}}{0,60} = 193,6 \frac{Kg}{ha}$$

Tabla 34. Plan de fertilización para la finca Los Alpes.

DEFICIT	FERTILIZANTE COMERCIAL	RECOMENDACIÓN Kg/ ha	COMPOSICIÓN	DOSIS
pH acido	Cal agrícola	286,6	47,9% CaO	12 Bultos/ha (50 Kg)
Fosforo	Superfosfato triple	276	46% P ₂ O ₅	12 bultos/ha (50 Kg)
Potasio	Sulfato de Potasio	193,6	50% K ₂ O	8 bultos/ha (50 Kg)
Hierro	Sulfato de Hierro	32,5	19% Fe	4 Bultos/ha (50 Kg)
Cobre	Sulfato de Cobre	1,1	25% Cu	5 Kg/ha
Zinc	Sulfato de Zinc	1,7	28% Zn	6 Kg/ha
Manganeso	Sulfato de Manganeso	5	30% Mn	1 Bulto/ha (20 Kg)

4.2.3 LOTE 3: FINCA EL VERGEL

La finca el Vergel ubicada en la vereda El Palmar, posee un suelo franco arenoso, rico en materia orgánica y macroelementos, pero presenta deficiencias en algunos microelementos y un pH muy fuertemente acido, ya que según Torrente (2016), aproximadamente el 70% de los suelos del Huila son de extremada a ligeramente ácidos y el 30% restante el pH varia de 6 a 7,4.

Debido a que la acidez del suelo es asociada por la presencia de aluminio en forma intercambiable, la recomendación de la cantidad de correctivo (cal agrícola) se determina mediante el contenido de dicho elemento. Además, para suplir las deficiencias de Cobre, Zinc y Manganeso se recomienda aplicar sulfato de Cobre, Zinc y Manganeso respectivamente.

4.2.3.1 MUESTRA DE CÁLCULO

- **Calculo recomendación Cobre**

Necesidad de fertilizante:

$$Nf = (Ppc - S)/E$$

$$Nf = \frac{0,271 \frac{Kg}{ha} - 0,000016 \frac{Kg}{ha}}{0,25} = 1,1 \frac{Kg}{ha}$$

- **Calculo recomendación Zinc**

Necesidad de fertilizante:

$$Nf = (Ppc - S)/E$$

$$Nf = \frac{0,479 \frac{Kg}{ha} - 0,000087 \frac{Kg}{ha}}{0,28} = 1,7 \frac{Kg}{ha}$$

Tabla 35. Plan de fertilización para la finca El Vergel.

DEFICIT	FERTILIZANTE COMERCIAL	RECOMENDACIÓN Kg/ ha	COMPOSICIÓN	DOSIS
pH acido	Cal agrícola	1477	47,9% CaO	62 Bultos/ha (50 Kg)
Cobre	Sulfato de Cobre	1,1	25% Cu	5 Kg/ha
Zinc	Sulfato de Zinc	1,7	28% Zn	6 Kg/ha
Manganeso	Sulfato de Manganeso	5	30% Mn	1 Bulto/ha (20 Kg)

4.2.4 LOTE 4: FINCA EL PORVENIR

En la finca el Porvenir ubicada en la vereda El Palmar, se observa un suelo arenoso franco, además rico en materia orgánica y macronutrientes, con un pH óptimo para la siembra del cultivo de caña. De igual manera se presentan deficiencias de micronutrientes como lo son el Hierro, Cobre, Zinc y Manganese, por el cual se recomienda aplicar sulfato Hierro, Cobre, Zinc y Manganese para suplir las necesidades encontradas.

Es importante que los micronutrientes tengan un contenido dentro del rango adecuado, así el cultivo podrá tener un buen desarrollo con los rendimientos esperados. Ya que, al presentar deficiencia de uno de ellos se encuentran factores limitantes del crecimiento y de producción.

4.2.4.1 MUESTRA DE CÁLCULO

- **Calculo recomendación Hierro**

Necesidad de fertilizante:

$$Nf = (Ppc - S)/E$$

$$Nf = \frac{6,189 \frac{Kg}{ha} - 0,00384 \frac{Kg}{ha}}{0,19} = 32,5 \frac{Kg}{ha}$$

Tabla 36. Plan de fertilización para la finca El Porvenir.

DEFICIT	FERTILIZANTE COMERCIAL	RECOMENDACIÓN Kg/ ha	COMPOSICIÓN	DOSIS
Hierro	Sulfato de Hierro	32,5	19% Fe	4 Bultos/ha (50 Kg)
Cobre	Sulfato de Cobre	1,1	25% Cu	5 Kg/ha
Zinc	Sulfato de Zinc	1,7	28% Zn	6 Kg/ha
Manganese	Sulfato de Manganese	5	30% Mn	1 Bulto/ha (20 Kg)

4.3 SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS A LOS PRODUCTORES

Se socializó sobre los planes de fertilización elaborados para las 4 fincas escogidas aleatoriamente, los cuales se efectuaron acorde a los requerimientos nutricionales del cultivo, recomendado utilizar la dosis requerida y establecida, además de realizar la fertilización de manera correcta aplicando el correctivo de acidez al momento de la siembra y haciendo 2 divisiones en partes iguales de los nutrientes, acordando con los productores que se aplicarían a los 3 y 4 meses de sembrado el cultivo, asimismo se comprometieron hacer uso y fomentar las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), ya que si no se realizan se puede presentar degradación del suelo por desbalances entre los elementos y reducir la calidad de la panela.

De esta manera se incentivó a los demás beneficiarios del proyecto a realizar los planes de fertilización antes de la siembra del cultivo de caña, lo cual demostró gran aceptación y compromiso de los productores, al presentar las ventajas que ofrece conocer las deficiencias que posee el predio, ya que se hace de una forma amigable con el medio ambiente ayudando a evitar la salinización en los suelos y la contaminación de los acuíferos, igualmente reduce los costos de producción al no aplicar fertilizantes innecesarios.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según las características físicas determinadas del suelo se obtuvo que las 4 fincas estudiadas poseen suelos con textura liviana; Franco Arenoso, Arenoso Franco y Franco, además, presentan densidad aparente media y una porosidad media lo que se relaciona con la velocidad infiltración moderada, debida a la compactación causada por la maquinaria e implementos utilizados para el manejo del cultivo de caña. Por lo que se recomienda implementar coberturas vegetales que cubran la superficie del suelo para evitar la erosión, favorecer la conservación de la humedad edáfica, y mejorar la infiltración del agua, además de continuar haciendo periódicamente los análisis físicos del suelo conociendo así la evolución y las condiciones de soporte, para un correcto desarrollo del cultivo.

Según los análisis de suelos realizados los predios se caracterizan por presentar altos contenidos de materia orgánica, Nitrógeno, Magnesio, Calcio y Boro, presentando deficiencias de Fosforo y Potasio solo en la finca Los Alpes. Entre las limitantes se encuentra que los suelos son fuertemente ácidos con un rango de 4,8-5,5 de pH, lo que puede reducir la producción. Asimismo, los suelos poseen bajos niveles de micronutrientes como Cobre, Hierro, Zinc y Manganeso lo cuales son requeridos en pocas cantidades, pero necesarios para un crecimiento óptimo de las plantas. Se recomienda continuar haciendo periódicamente los análisis químicos del suelo para conocer las condiciones nutricionales y elaborar un plan de fertilización que mejore la productividad del cultivo.

En general el diagnóstico de los suelos en las fincas caracterizadas según las propiedades físico-químicas, son suelos fértiles, no salinos y con porosidad media, además tienen niveles adecuados de macronutrientes y presentan deficiencias en los micronutrientes. Asimismo, las fincas Vegonia y Los Alpes poseen suelos Francos los cuales son los más adecuados para el cultivo de caña. Por el contrario, el pH óptimo para la caña es de 5,5 – 7,5 por lo que según los resultados es necesario aplicar un correctivo que permita disminuir la acidez.

Los planes de fertilización están basados de manera general en la aplicación de Cal agrícola para corregir los problemas de acidez. De igual manera la aplicación de fertilizantes simples para suplir las deficiencias nutricionales, realizando una mezcla con dichos nutrientes y dividiendo en dos partes iguales, las cuales se aplicarán a los 3 y 4 meses de sembrado el cultivo, la aplicación se debe hacer cerca de la base de las plantas para incrementar la eficiencia de absorción. Para mejorar los índices de producción del cultivo, se recomienda implementar los planes de fertilización dados haciendo los correctivos necesarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Agronet, (2013). Estadísticas agrícolas. Obtenido de <http://www.agronet.gov.co/Estadisticas/Paginas/default.aspx>
- Arévalo, G., & Castellano, M. (2009). Manual de Fertilizantes y Enmiendas. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Honduras. 57p
- Bastidas A. (2000). Diagnóstico de fertilidad de suelos en pendientes inferiores a 25%. Boconó, estado Trujillo. Geoenseñanza, vol. 5, núm. .2. 229-246
- Cairo, P. (1995). La Fertilidad Física del Suelo y La Agricultura Orgánica en el trópico. Managua, Nicaragua.
- Casas F.R., (2012). El suelo de cultivo y las condiciones climáticas. Paraninfo. Madrid (España). 236 p.
- Casierra P.F., & Aguilar A.O. (2007). Estrés por aluminio en plantas: reacciones en el suelo, síntomas en vegetales y posibilidades de corrección. Revista colombiana de ciencias hortícolas. 1(2), 246-257.
- Cenicaña, (1995). El cultivo de caña en la zona azucarera de Colombia. Cassalet, C., Torres, J., Isaacs, C.(eds). Cali, Colombia. 412 p
- Cengicaña, (2017). Guía de Buenas Prácticas Agrícolas en Caña de Azúcar. Obtenido de <https://cengicana.org/files/20170425171748989.pdf>
- Chaves, M. (2002). Nutrición y Fertilización de la Caña de Azúcar en Costa Rica. *Nutrición del cultivo*. Obtenido de <http://www.infoagro.go.cr/tecnologia/cana/NUTRI%20Y%20FERT.html>
- CORPOICA, (2014). Implementación del sistema de producción de plantas de caña para el establecimiento de semilleros. Barbosa, Colombia. 24 p.
- FAO, (2002). Recomendaciones de fertilizantes para cultivos seleccionados de acuerdo con sus necesidades. Los fertilizantes y su uso. 83 p.
- FAO, (2009). Guía para la descripción de suelos. Cuarta edición. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- Fedepanela, (2009). Manejo agronómico de la caña panelera con énfasis en el control biológico. Obtenido de http://www.fedepanela.org.co/publicaciones/cartillas/manejo_agronomico_de_la_cana_panelera.pdf
- García, H.L., Albarracín, L.C., Toscano, A. & Santana, N. (2007). Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera. *Corpoica*.

- Obtenido de
<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4009/1/0089-1.pdf>
- García, O. A., (2015). Actualización en fertilidad del suelo. Torrente, T.A. (eds). Sociedad colombiana de la ciencia del suelo. 271 p.
- Gómez *et al.*, (2009). Manejo agronómico de la caña panelera con énfasis en el control biológico. Federación nacional de productores de panela. (Fedepanela). Bogotá. pp. 1-5
- Gómez G.J. (2013). Manual de prácticas de campo y del laboratorio de suelos. Centro agropecuario "La Granja". Sena. 32-35.
- ICA, (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de la caña panelera. Medidas para la temporada invernal. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/4b87aa13-4cb4-4f5d-915c-e4b672f57251/Cartilla-de-prueba.aspx>
- IGAC, (2011). Propiedades de los suelos. Obtenido de ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00_shape_suelos/DEPARTAMENTALES_2011_Brayan_Silvia/AMAZONAS/Memoria%20tecnica/capitulo%204.pdf
- MADR, (2002). Capacitación en obtención de nuevos productos derivados de la caña y el manejo adecuado de la agroindustria panelera municipio de Mocoa. *Agronomía del cultivo de la caña panelera*. Obtenido de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4959/1/20061024151158_Agronomia%20cultivo%20de%20la%20cana%20panelera.pdf
- Manrique, E. R., Insuasty, B.O., Mora, P.C., Rodríguez, B.G., Blanco, S.R., Mejía, F.L., Sandoval, S.G. (2000). Manual de caña de azúcar para la elaboración de panela. Corpoica. Barbosa, Colombia.
- Manrique, R., Ramírez J., Rangel C. & Bayona A. (2008). Buenas prácticas agrícolas para el manejo agronómico de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) con destino a la producción de panela y otros usos alternativos como el alcohol carburante. Bogotá: Corpoica, 64p.
- Malavolta, E. (1992). Micronutrientes en la fertilización de la caña de azúcar. *Actualidad y futuro de los micronutrientes en la agricultura*. Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo. Palmira. Comité regional del valle del cauca, 294-322.
- MINAGRICULTURA, (2015). Anuario estadístico del sector agropecuario 2015, *Cultivos Permanentes y Anuales*, 117-120.

- Mojica, P.A., Paredes V.J., (2004). El cultivo de la caña panelera y la agroindustria panelera en el departamento de Santander. Ensayos sobre Economía Regional. Banco de la República. 17(61), 4-10.
- Molina, E. (2007). Análisis de suelo y su interpretación. Centro de Investigaciones Agronómicas. Obtenido de <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>
- Montenegro, H., & Malagon, D. (1990). Propiedades Físicas del Suelo. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Murcia, P.M., Ramírez, D.J., (2017). Reconversión del sistema regional de producción de semilla de caña para la agroindustria panelera en Boyacá y Santander. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria.18(1),75-87. doi: http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:559.
- ONF Andina, (2017). Guía Técnica para el manejo agronómico de la caña de azúcar para la producción de panela. *Resultados de evaluación variables agronómicas*. Fedepanela, Gobernación del Huila.
- Osorio, C. G. (2007). Manual: Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM-en la Producción de Caña y Panela. Medellín, Colombia: Primera edición. FAO, Corpoica.
- Paredes, M.R., Pons, H.J., Gámez, V.F. (2007). Preparación de abonos orgánicos a partir de estiércol. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. Núm. 1
- Rivera, J., (2010). Tecnología de punta para el sector panelero, un compromiso institucional. Programa de Productividad y Competitividad Agropecuaria del Huila. 44-59.
- Rodríguez, A.E., (2004). El agro cadena panelera y el alcohol carburante en Boyacá. Apuntes del CENES. 24(37), 157-173. ISSN-e 0120-3053.
- SAGARPA, (2015). Nutrición del cultivo de caña de azúcar y uso eficiente de fertilizantes. Boletín Técnico Informativo del sector de la caña de azúcar. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114366/Boletin_Tecnico_Informativo_Octubre_2015.pdf
- Torrente, T.A., (2016). Actualización en fertilidad del suelo. Sociedad colombiana de la ciencia del suelo.233 p.
- Quintero, D. R., (2008). Efectos de la aplicación de elementos menores en caña de azúcar en suelos del valle del río Cauca. Artículos técnicos. 18-26. Obtenido de http://www.tecnicana.org/pdf/2008/tec_v12_no20_2008_p18-26.pdf

ANEXOS

ANEXO A. Análisis de suelos laboratorio “Precisuelos”

Resultado análisis de suelo Lote 1: Finca Vegonia

Informe de Resultados
PS-TR0-F01
Versión: 02



Fecha Última Revisión y Aprobación: 2017-05-03
Página 1 de 2

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS						
RESULTADOS LABORATORIO No.		R5439		FECHA DE REPORTE		2017-12-21
INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
Cliente / Empresa	Ref. Lote 1 Productor	Marly Angelica Fernandez Iles		D.I / NIT	1.081.730.302	
Dirección	Vereda	Morelia		Teléfono	320418242	
Ciudad	Saladoblanco			Departamento	Huila	
REFERENCIA DE LA MUESTRA						
Muestra tomada por	Yadira Ruiz Calderón			Plan de muestreo	N.P	
Procedimiento No.	N.P			Tipo de Muestreo	Aleatorio	
Código Muestra	MS439			Lote	Lote 1	
Lugar de muestreo	Finca Vegonia			Fecha de toma	2017-11-08	
Altura	N.R			Fecha de entrada	2017-11-08	
Latitud	N.R			Hora muestreo	N.R	
Longitud	N.R			Cultivo	Café	
RESULTADOS						
VARIABLE	RESULTADO	LIMITE DE CUANTIFICACION	TÉCNICA UTILIZADA	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	CLAVE
TEXTURA Franca	% Arena	52.80	N.A	Gravimétrica	Bouyoucos	-
	% Arcilla	9.27				
	% Limo	37.93				
pH	4.82	N.A	Electrónica	Potenciométrico	-	-
C.I.C. Electiva (mg/100g)	6.72	N.A	Volumétrica	Valoración en ácido base, extracción con acetato de amonio 1 N	-	-
NITROGENO ORGÁNICO (N _o)	0.49	N.A	Volumétrica	Kjeldahl	0.06 - 0.18	E
MATERIA ORGÁNICA (%)	9.41	N.A	Volumétrica	Walkley-Black	3.0-5.0	E
FOSFORO DISPONIBLE (ppm P)	10.80	N.A	Espectrofotométrica	Colorimétrico (Bray II modificado)	5.00 - 10.00	E
POTASIO (mg/100g K)	0.37	N.A	Espectrofotométrica	Acetato de amonio y determinación A.A.	0.3-0.6	M
MAGNESIO (mg/100g Mg)	1.84	N.A	Espectrofotométrica	Acetato de amonio y determinación A.A.	0.5-1.5	E
CALCIO (Ca) (mg/100g)	2.60	N.A	Espectrofotométrica	Acetato de amonio y determinación A.A.	1.5-3.0	M
ALUMINIO INTERCAMBIABLE (mg Al/100g)	0.13	N.A	Volumétrica	Extracción KOI	0.1 - 1.0	M
SODIO (mg Na/100g)	0.17	N.A	Espectrofotométrica	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica	0.1 - 1.0	M
HIERRO (ppm Fe)	55.00	N.A	Espectrofotométrica	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica	40.0 - 60.0	M
BORO (ppm B)	0.50	N.A	Espectrofotométrica	Colorimétrico (Azopiridina H)	0.40 - 0.90	M
COBRE (ppm Cu)	1.22	N.A	Espectrofotométrica	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica	1.0 - 3.0	M
MANGANESO (Mn) (ppm)	10.57	N.A	Espectrofotométrica	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica	20.0 - 40.0	D
ZINC (ppm Zn)	5.92	N.A	Espectrofotométrica	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica	1.30 - 3.0	E

Resultado análisis de suelo Lote 2: Finca Los Alpes

Informe de Resultados
PS-TRE-F01
Versión: 02



Fecha Última Revisión y Aprobación: 2017-08-03
Página 1 de 2

INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS						
RESULTADOS LABORATORIO No.		R3440		FECHA DE REPORTE		2017-12-21
INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
Cliente / Empresa	Finca Lote 2 Productor	Luis Cuatrecasas Calderón		D.I / NIT	12167617	
Dirección	Vereda	Moreira		Teléfono	3213128517	
Ciudad	Saladoblanco			Departamento	Huila	
REFERENCIA DE LA MUESTRA						
Muestra tomada por	Yadira Ruiz Calderón			Plan de muestreo	N.P	
Procedimiento No.	N.P			Tipo de Muestreo	Aleatorio	
Código Muestra	MS440			Lote	Lote 2	
Lugar de muestreo	Finca	Los Alpes		Fecha de toma	2017-11-08	
Altura	N.R			Fecha de entrada	2017-11-08	
Latitud	N.R			Hora muestreo	N.R	
Longitud	N.R			Cultivo	Café	
RESULTADOS						
VARIABLE	RESULTADO	LIMITE DE CUANTIFICACIÓN	TÉCNICA UTILIZADA	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	CLAVE
TEXTURA Franco	% Arena	32.10	Gravimétrica	Boyoviscos	-	-
	% Arcilla	24.09				
	% Limo	43.80				
pH	4.81	N.A	Electrónica	Potenciométrico	-	-
C.I.C. Efectiva (meq/100g)	5.45	N.A	Volumétrica	Valoración ácido base, extracción con acetato de amonio 1 N	-	-
NITROGENO ORGÁNICO (% N)	0.48	N.A	Volumétrica	Kjeldahl	0.09 - 0.18	E
MATERIA ORGÁNICA (%)	11.75	N.A	Volumétrica	Walkley-Black	3.0-1.0	E
FOSFORO DISPONIBLE (ppm P)	2.50	N.A	Espectrofotométrico	Colorimétrico (Braz II modificado)	5.00 - 10.00	D
POTASIO (meq/100g K)	0.20	N.A	Espectrofotométrico	Acetato de amonio y determinación A.A.	0.3-0.6	B
MAGNESIO (meq/100g Mg)	0.33	N.A	Espectrofotométrico	Acetato de amonio y determinación A.A.	0.5-1.5	D
CALCIO (meq/100g Ca)	0.57	N.A	Espectrofotométrico	Acetato de amonio y determinación A.A.	1.5-3.0	D
ALUMINIO INTERCAMBIABLE (meq Al/100g)	0.17	N.A	Volumétrica	Extracción KCl	0.1 - 1.0	B
SODIO (meq Na/100g)	0.08	N.A	Espectrofotométrico	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica.	0.1 - 1.0	D
HIERRO (ppm Fe)	13.75	N.A	Espectrofotométrico	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica.	40.0 - 80.0	D
BORO (ppm B)	0.58	N.A	Espectrofotométrico	Colorimétrico (Azometría H)	0.40 - 0.60	M
COBRE (ppm Cu)	0.16	N.A	Espectrofotométrico	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica.	1.0 - 3.0	D
MANGANESO (ppm Mn)	<MLD	N.A	Espectrofotométrico	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica.	20.0 - 40.0	D
ZINC (ppm Zn)	<MLD	N.A	Espectrofotométrico	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica.	1.30 - 3.0	D

Resultado análisis de suelo Lote 3: Finca El Vergel

Informe de Resultado
PS-TRE-F01
Versión: 02



Fecha Última Revisión y Aprobación: 2017-08-03
Página 1 de 2

INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS						
RESULTADOS LABORATORIO No.		RS441		FECHA DE REPORTE		2017-12-21
INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
Cliente / Empresa	Ref. Lote 3 Productor	Yeni Joaquín Vela		D.J / NIT	1,083,895,855	
Dirección	Vereda	Palmar		Teléfono	3134565240	
Ciudad	Saladoblanco			Departamento	Huila	
REFERENCIA DE LA MUESTRA						
Muestra tomada por	Yadira Ruiz Calderón			Plan de muestreo	N.P	
Procedimiento No.	N.P			Tipo de Muestreo	Aleatorio	
Código Muestra	MS441			Lote	Lote 3	
Lugar de muestreo	Finca El Vergel			Fecha de toma	2017-11-18	
Altura	N.R			Fecha de entrada	2017-11-18	
Latitud	N.R			Hora muestreo	N.R	
Longitud	N.R			Cultivo	Café	
RESULTADOS						
VARIABLE	RESULTADO	LIMITE DE CUANTIFICACIÓN	TÉCNICA UTILIZADA	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	CLAVE
TEXTURA Franco-Arenoso	% Arena	57.40	N.A	Gravimétrica	Bouyoucos	-
	% Arcilla	5.15				
	% Limo	33.44				
pH	4.82	N.A	Electrométrica	Potenciométrico	-	-
C.I.C. Efectiva (meq/100g)	4.54	N.A	Volumétrica	Valoración ácido base, extracción con acetato de amonio 1 N	-	-
NITROGENO ORGÁNICO (% N)	0.41	N.A	Volumétrico	Kjeldahl	0.09 - 0.19	E
MATERIA ORGÁNICA (%)	0.71	N.A	ELUÍBIL	ELUÍBIL	3.0-5.0	L
FOSFORO DISPONIBLE (ppm P)	9.90	N.A	Espectrofotométrico	Colorimétrico (Bray II modificado)	0.00 - 10.00	M
POTASIO (meq/100g K)	0.39	N.A	Espectrofotométrico	Acetato de amonio y determinación A.A.	0.3-0.6	M
MAGNESIO (meq/100g Mg)	0.85	N.A	Espectrofotométrico	Acetato de amonio y determinación A.A.	0.5-1.5	M
CALCIO (meq/100g Ca)	1.49	N.A	Espectrofotométrico	Acetato de amonio y determinación A.A.	1.5-3.0	M
ALUMINIO INTERCAMBIABLE (meq Al/100g)	1.40	N.A	Volumétrico	Extracción KCl	0.1 - 1.0	E
SODIO (meq Na/100g)	0.11	N.A	Espectrofotométrico	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica.	0.1 - 1.0	M
HIERRO (ppm Fe)	48.86	N.A	Espectrofotométrico	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica.	40.0 - 80.0	M
BORO (ppm B)	0.54	N.A	Espectrofotométrico	Colorimétrico (Azomoles H)	0.40 - 0.60	M
COBRE (ppm Cu)	0.64	N.A	Espectrofotométrico	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica.	1.0 - 3.0	D
MANGANESO (ppm Mn)	3.90	N.A	Espectrofotométrico	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica.	20.0 - 40.0	D
ZINC (ppm Zn)	0.87	N.A	Espectrofotométrico	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica.	1.00 - 3.0	D

Elaboró: Juan Pablo Molina
Coordinador de Laboratorio

Revisó: Lady Varón
Directora de Calidad

Aprobó: Oscar E. Valbuena
Director Técnico

Resultado análisis de suelo Lote 4: Finca El Porvenir

Informe de Resultados
PS-TRE-P01
Versión: 02


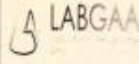



Fecha Última Revisión y Aprobación: 2017-08-03
Página 1 de 2


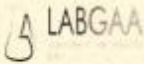
INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS							
RESULTADOS LABORATORIO No.		RS442		FECHA DE REPORTE		2017-12-21	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE							
Cliente / Empresa	Ref. Lote 4 Productor	Upliano Hoyos Hoyos		D.J / NIT	83.216.211		
Dirección	VARRUA	El Porvenir		Teléfono	3103309300		
Ciudad	Saladoblenco		Departamento	Huila			
REFERENCIA DE LA MUESTRA							
Muestra tomada por	Yadira Ruiz Calderón		Plan de muestreo	N.P			
Procedimiento No.	N.P		Tipo de Muestreo	Aleatorio			
Código Muestra	MS442		Lote	Lote 4			
Lugar de muestreo	Finca El Porvenir		Fecha de toma	2017-11-17			
Altura	1841 m.s.n.m		Fecha de entrada	2017-11-17			
Latitud	2°05'22"		Hora muestreo	N.R			
Longitud	76°12'51"		Cultivo	Café			
RESULTADOS							
VARIABLE	RESULTADO	LIMITE DE CUANTIFICACIÓN	TÉCNICA UTILIZADA	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	CLAVE	
TEXTURA	% Arena	76.00	N.A	Gravimétrica	Boviviscos	-	
	Arenoso	% Arcilla					5.07
	Fresco	% Limo					18.93
pH	5.54	N.A	Electrónica	Potenciométrico	-	-	
C.I.C. Efectiva (meq/100g)	5.58	N.A	Volumétrica	Valoración ácido base, extracción con acetato de amonio 1 N	-	-	
NITRÓGENO ORGÁNICO (% N)	0.33	N.A	Volumétrica	Kjeldahl	0.09 - 0.19	M	
MATERIA ORGÁNICA (%)	8.70	N.A	Volumétrica	Walkley-Black	0.0-5.0	A	
FOSFORO DISPONIBLE (ppm P)	12.08	N.A	Espectrofotométrica	Colorimétrico (Rayil modificado)	6.00 - 16.00	D	
POTASIO (meq/100g K)	0.42	N.A	Espectrofotométrica	Acetato de amonio y determinación A.A.	0.3-0.8	M	
MAGNESIO (meq/100g Mg)	1.09	N.A	Espectrofotométrica	RESERVA DE FERTILIZANTES y determinación A.A.	0.5-1.5	M	
CALCIO (meq/100g Ca)	1.12	N.A	Espectrofotométrica	Acetato de amonio y determinación A.A.	1.5-3.0	D	
ALUMINIO INTERCAMBIABLE (meq Al/100g)	2.36	N.A	Volumétrica	Extracción KOH	0.1 - 1.0	E	
SODIO (meq Na/100g)	0.08	N.A	Espectrofotométrica	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica	0.1 - 1.0	D	
HIERRO (ppm Fe)	35.40	N.A	Espectrofotométrica	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica	40.0 - 80.0	M	
BORO (ppm B)	0.44	N.A	Espectrofotométrica	Colorimétrico (Azobmetina H)	0.40 - 0.60	M	
COBRE (ppm Cu)	0.73	N.A	Espectrofotométrica	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica	1.0 - 3.0	D	
MANGANESO (ppm Mn)	3.11	N.A	Espectrofotométrica	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica	20.0 - 40.0	D	
ZINC (ppm Zn)	0.67	N.A	Espectrofotométrica	Mehlich - DTPA determinación por Absorción Atómica	1.30 - 3.0	D	

ANEXO B. Análisis de suelos laboratorio de Recursos Geoambientales (LABGAA)

Resultado análisis de suelo Lote 1: Finca Vegonia

ENTREGA DE RESULTADOS			
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS		
			
CÓDIGO	ER-FR-01		
VERSIÓN	4		
VIGENCIA	2014		
Página	1 de 1		
DATOS DEL CLIENTE			
Solicitante: Yadira Ruiz	Ciudad: Pitalito Dirección:		
Teléfono: 318 8553519	email:		
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Finca: Vegonia	Matriz: Suelo		
Vereda: Morelia	ID cliente: Lote 1		
Municipio: Saladoblanco	Fecha muestreo: No reporta		
Departamento: Huila	Fecha recepción:		
Cultivo: Caña	Fecha análisis: 30/03/2018		
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 10/04/2018		
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 08		
N° Muestra:	08-18		
PARAMETROS FISICOS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Coeficientes de humedad del suelo	Capacidad de campo (0.03Mpa)	%	19.10
	Punto de marchitez permanente (1.5 MPa)	gravimetría	12.15
Fracción mineral	Arena (A)	%	77.40
	Limo (L)		5.00
	Arcilla (Ar)		17.7
Textura	Franco Arenoso		Bouyoucos
Textura			Organoléptico
Granulometría	g	-	Juego de tamices
Densidad aparente	g.cm ⁻³	1.32	Terrón parafinado
Densidad real	g.cm ⁻³	2.12	Picnómetro
Porosidad total	%	-	Relación de densidades
Estabilidad estructural		-	Yoder
Límites de Atterberg (Líquido y plástico)		-	Cazuela de Casagrande
Coel		-	Estándar
Color		-	Tablas Munsell
Humedad	%	-	Organoléptica
Prueba de Infiltración 1.	cm.h ⁻¹	-	Anillos infiltrómetros
Prueba de Infiltración 2.	cm.h ⁻¹	-	Anillos infiltrómetros
Prueba de Infiltración 3.	cm.h ⁻¹	-	Anillos infiltrómetros
Infiltración Promedio	cm.h ⁻¹	-	Calculada
NOTA 1: Los resultados son válidos únicamente por la muestra analizada.			
NOTA 2: El presente informe no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización del laboratorio.			
NOTA 3: Los datos del cliente y la información son suministrados por quien radica la muestra en el Laboratorio.			
 JOHN JAIRO AREVALO HERNANDEZ Coordinador Laboratorio			
FIN DEL INFORME			
Universidad Surcolombiana Av. Pastrana Cra. 1 Neiva - Huila. Bloque de Ingeniería primer piso. Tel. 8754753 ext.1096. Email: labgaa@usco.edu.co			

Resultado análisis de suelo Lote 2: Finca Los Alpes

	ENTREGA DE RESULTADOS					
INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	
					Página	1 de 1

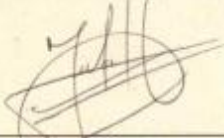
DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Yadira Ruiz	Ciudad: Pitalito	Dirección:
Teléfono: 318 8553519	email:	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: Los Alpes	Matriz: Suelo	N° Muestra: 09-18
Vereda: Morelia	ID cliente: Lote 2	
Municipio: Saladoblanco	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción:	
Cultivo: Caña	Fecha análisis: 30/03/2018	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 10/04/2018	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 09	

PARAMETROS FISICOS		UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Coeficientes de humedad del suelo	Capacidad de campo (0.03Mpa)	%	12.34	Membranas Richards
	Punto de marchitez permanente (1.5 MPa)		6.48	
Fracción mineral	Arena (A)	%	88.80	Bouyoucos
	Limo (L)		9.20	
	Arcilla (Ar)		2.00	
Textura	Arenoso Franco			
Textura				Organoléptico
Granulometría		g	-	Juego de tamices
Densidad aparente		g cm ⁻³	1.43	Terrón parafinado
Densidad real		g cm ⁻³	2.31	Picnómetro
Porosidad total		%	-	Relación de densidades
Estabilidad estructural			-	Yoder
Límites de Atterberg (Líquido y plástico)			-	Cazuela de Casagrande
Coef			-	Estándar
Color			-	Tablas Munsell
Humedad		%	-	Organoléptica
Prueba de Infiltración 1.		cm.h ⁻¹	-	Anillos infiltrómetros
Prueba de Infiltración 2.		cm.h ⁻¹	-	Anillos infiltrómetros
Prueba de Infiltración 3.		cm.h ⁻¹	-	Anillos infiltrómetros
Infiltración Promedio		cm.h ⁻¹	-	Calculada

NOTA 1: Los resultados son válidos únicamente por la muestra analizada.


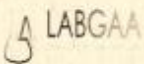
NOTA 2: El presente informe no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización del laboratorio.

NOTA 3: Los datos del cliente y la información son suministrados por quien radica la muestra en el Laboratorio.


JOHN JAIRÓ AREVALO HERNANDEZ
 Coordinador Laboratorio

FIN DEL INFORME

Resultado análisis de suelo Lote 3: Finca El Vergel

	ENTREGA DE RESULTADOS						
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página	1 de 1

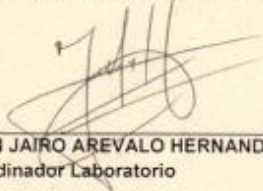
DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Yadira Ruiz	Ciudad: Pitalito	Dirección:
Teléfono: 318 8553519	email:	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: El Vergel	Matriz: Suelo	N° Muestra: 10-18
Vereda: El Palmar	ID cliente: Lote 3	
Municipio: Saladoblanco	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción:	
Cultivo: Caña	Fecha análisis: 30/03/2018	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 10/04/2018	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 10	

PARAMETROS FISICOS		UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Coeficientes de humedad del suelo	Capacidad de campo (0.03Mpa)	%	12.19	Membranas Richards
	Punto de marchitez permanente (1.5 MPa)	gravimetría	6.21	
Fracción mineral	Arena (A)	%	89.80	Bouyoucos
	Limo (L)		8.20	
	Arcilla (Ar)		2.00	
Textura	Arenoso Franco			
Textura				Organoléptico
Granulometría	g		-	Juego de tamices
Densidad aparente	g.cm ⁻³		1.39	Terrón parafinado
Densidad real	g.cm ⁻³		2.41	Picnómetro
Porosidad total	%		-	Relación de densidades
Estabilidad estructural			-	Yoder
Límites de Atterberg (Líquido y plástico)			-	Cazuela de Casagrande
Coef			-	Estándar
Color			-	Tablas Munsell
Humedad	%		-	Organoléptica
Prueba de Infiltración 1.	cm.h ⁻¹		-	Anillos infiltrómetros
Prueba de Infiltración 2.	cm.h ⁻¹		-	Anillos infiltrómetros
Prueba de Infiltración 3.	cm.h ⁻¹		-	Anillos infiltrómetros
Infiltración Promedio	cm.h ⁻¹		-	Calculada

NOTA 1: Los resultados son válidos únicamente por la muestra analizada.

NOTA 2: El presente informe no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización del laboratorio.

NOTA 3: Los datos del cliente y la información son suministrados por quien radica la muestra en el Laboratorio.


JOHN JAIRO AREVALO HERNANDEZ
 Coordinador Laboratorio

FIN DEL INFORME

Resultado análisis de suelo Lote 4: Finca El Porvenir

	ENTREGA DE RESULTADOS						
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página	1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Yadira Ruiz	Ciudad: Pitalito	Dirección:
Teléfono: 318 8553519	email:	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: El Porvenir	Matriz: Suelo	N° Muestra: 11-18
Vereda: El Palmar	ID cliente: Lote 4	
Municipio: Saladoblanco	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción:	
Cultivo: Caña	Fecha análisis: 30/03/2018	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 10/04/2018	
N° Plan de muestreo: No aplica	informe de resultados N°: 11	

PARAMETROS FISICOS		UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Coeficientes de humedad del suelo	Capacidad de campo (0.03Mpa)	%	11.87	Membranas Richards
	Punto de marchitez permanente (1.5 MPa)	gravimetria	5.98	
Fracción mineral	Arena (A)	%	79.40	Bouyoucos
	Limo (L)		12.7	
	Arcilla (Ar)		8.00	
Textura	Arenoso Franco			
Textura				Organoléptico
Granulometría		g	-	Juego de tamices
Densidad aparente		g.cm ⁻³	1.34	Terrón parafinado
Densidad real		g.cm ⁻³	2.40	Picnómetro
Porosidad total		%	-	Relación de densidades
Estabilidad estructural			-	Yoder
Limites de Atterberg (Líquido y plástico)			-	Cazuela de Casagrande
Coef			-	Estándar
Color			-	Tablas Munsell
Humedad		%	-	Organoléptica
Prueba de Infiltración 1.		cm.h ⁻¹	-	Anillos infiltrómetros
Prueba de Infiltración 2.		cm.h ⁻¹	-	Anillos infiltrómetros
Prueba de Infiltración 3.		cm.h ⁻¹	-	Anillos infiltrómetros
Infiltración Promedio		cm.h ⁻¹	-	Calculada

NOTA 1: Los resultados son válidos únicamente por la muestra analizada.

NOTA 2: El presente informe no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización del laboratorio.

NOTA 3: Los datos del cliente y la información son suministrados por quien radica la muestra en el Laboratorio.

JOHN JAIRO AREVALO HERNANDEZ
Coordinador Laboratorio

FIN DEL INFORME

ANEXO C. Listado de asistencia a la socialización con los productores



**CORPORACIÓN CENTRO PROVINCIAL DE GESTIÓN
AGROEMPRESARIAL DEL SUR DEL DEPARTAMENTO
HUILA
AGROSUR**

CONTROL DE REUNIONES Y/O CAPACITACIONES

FECHA: 31 mayo 2018
GRUPO: Establecimiento de 50 ha. de Caña en el Municipio de Saladoblanco
TEMA: Socialización Proyecto establecimiento 50 ha. de Caña.
LUGAR: Salón Comunal Usenda Morúa / Saladoblanco

NOMBRE	CEDULA	TELEFONO	ORGANIZACIÓN Y/O ENTIDAD	MUNICIPIO	CORREO ELECTRONICO	FIRMA
YOLLY	108123038	3144221230		Saladoblanco		MARY FERNANDEZ
Yenny Joaqui	1083895815	315455540		Saladoblanco		Yenny Joaqui
ULPIANO HO	83216211	3103304200		Saladoblanco		ULPIANO HO
Luis Guasca Calderon	7278877	327372647		Saladoblanco		LUIS CUERCA
Isaac Perez Paladino	8928230	314495861		Saladoblanco		Isaac Perez
Yoly Rosa Martinez H.	5629337	3212800922		Saladoblanco		Yoly Rosa M.H.
oliverio Martinez	1224271	3124650164		Saladoblanco		oliverio Martinez
Maria Consuelo Hoyos	1081731273	3138761812		Saladoblanco		Maria Consuelo Ho
Clara Eugenia Rivera	25645348	3224795711	el colorado	Saladoblanco		Clara Eugenia Rive
Oxidie Hoyos	1228898	320944985		Saladoblanco		Oxidie
Maria Consuelo Hoyos	1081731273	3138761812		Saladoblanco		Maria Consuelo Ho.
Maria Sita Hoyos	55148519		Arroyoco	Saladoblanco		Maria Sita Hoyos
Edwin	83216211	312462345	Productor	Saladoblanco		Edwin H.
William Fernando Rojas	832223941	318827403	Arroyoco	Saladoblanco		William Fernando Rojas
Maria Sita Hoyos	72230554	305558488	Arroyoco	Saladoblanco		Maria Sita Hoyos
Luis Guasca Calderon	5629337		Arroyoco	Saladoblanco		Luis Guasca Calderon