

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					 SC 7384-1	 GP 206-1	 CO-SC 7384-1
	CARTA DE AUTORIZACIÓN							
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 1	

Neiva, 01 de Septiembre de 2015

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

Los suscritos:

Dayana Alejandra Orozco Blanco con c.c. No. 1.075.262.976 de Neiva, Yeison Aníbal Beltrán Gómez con c.c. No. 1.080.294.803 de Palermo, autores del trabajo de grado titulado: Incorporación de subproductos del café para el mejoramiento del suelo y su aplicación en el cultivo de cilantro "*Coriandrum sativum*", presentado y aprobado en el año 2015 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola; autorizamos 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.

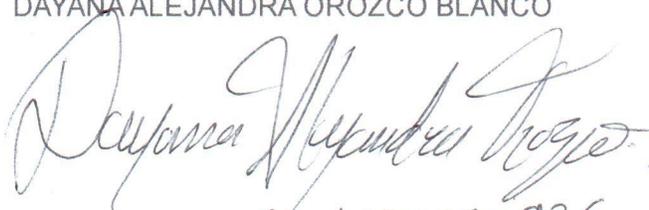
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los 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.

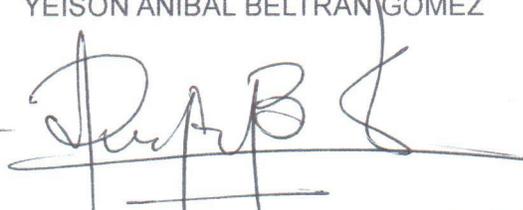
De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

DAYANA ALEJANDRA OROZCO BLANCO

YEISON ANÍBAL BELTRÁN GÓMEZ



cc. 1.075.262.976



cc. 1.080.294.803

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 4

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Incorporación de subproductos del café para el mejoramiento del suelo y su aplicación en el cultivo de cilantro "*Coriandrum sativum*"

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Orozco Blanco Beltrán Gómez	Dayana Alejandra Yeison Aníbal

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Gutiérrez Guzmán Valenzuela Mahecha	Nelson Miguel Ángel

ASESORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Álvarez Linares Guzmán Manrique	Gilberto Orlando

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Agrícola

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2015 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 88

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías___ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general Grabados___ Láminas___
Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO: Resultados de análisis químicos de 26 muestras.

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 4

	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>		<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1.	Incorporación	Incorporation	6.	Suelo	Soil
2.	Borra	Coffee grounds	7.	Subproductos	By-products
3.	Cisco	Coffee skins	8.	Análisis químico	Chemical analysis
4.	Fisicoquímicas	Physicochemical	9.	Germinación	Germination
5.	Cilantro	Coriander	10.	Hierro	Iron

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El proyecto evaluó el efecto de la incorporación de borra de café, cisco y una mezcla de los mismos sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo; de la misma forma se evaluó el efecto de la incorporación de los mismos subproductos sobre el crecimiento y desarrollo de un cultivo comercial como el cilantro (*Coriandrum sativum*).

Se conformaron trece ensayos con diferentes niveles de incorporación de Borrás, Cisco y Borrás + Cisco en el suelo; se permitió un período de pos-incorporación de 75 días, durante el cual se llevó un control de riego y pH, finalizado este período se realizó un primer análisis químico completo. Para cada ensayo se establecieron 10 unidades experimentales, en cada unidad se sembraron cuatro semillas de cilantro variedad (Magnum), se evaluaron los niveles de germinación, profundidad radicular y espesor del tallo. Recolectado el material biológico se realizaron nuevamente los análisis químicos, textura, curvas de retención de humedad y color. Se realizó el análisis estadístico mediante ANOVA de una y dos vías para determinar diferencias estadísticamente significativas.

Los resultados mostraron el incremento de todos los elementos macro (Ca, K, S, P, Mg) y microelementos (B, Cu, Fe, Mn, Zn) y un mejor comportamiento de la capacidad de intercambio catiónico. El elemento Hierro presentó índices elevados de toxicidad en el suelo.

A partir de los resultados encontrados en la investigación se concluye que el uso de los subproductos del café optimiza las características fisicoquímicas en los suelos, y que pueden ser utilizados por los productores agrícolas



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 4

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The project evaluated the effect of the incorporation of coffee grounds, coffee skins and a mixture of the same ones on the physicochemical properties of the soil. The effect of the incorporation of the same by-products on the growth and development of a commercial crop as the coriander (*Coriandrum sativum*) was evaluated as well.

Thirteen tests were conducted with different levels of incorporation of coffee grounds, coffee skins and coffee grounds + coffee skins in the soil. A period of pos-incorporation of 75 days was allowed, in which a control of irrigation and pH was carried out. Once this period finished, the first full chemical analysis was done. Ten experimental units were established for each test. In every unit, four seeds of coriander of the variety (Magnum) were sowed. The levels of germination, depth radicular and thickness of the stem were evaluated as well. Once the biological material was gathered, the chemical analysis was done again, including tests of texture, curves of retention of dampness and color. The statistical analysis carried out by using ANOVA in one and two routes to determine statistically significant differences.

The results showed the increase of all the elements macro (Ca, K, S, P, Mg) and microelements (B, Cu, Faith, Mn, Zn) and a better behavior of the capacity of cationic exchange. The element iron (Fe) presented high indexes of toxicity in the soil.

From the results found in the investigation one concludes that the use of the by-products of the coffee optimizes the physicochemical characteristics in the soils, and that can be used by the agricultural producers.

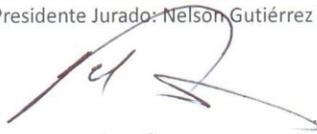
	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	4 de 4

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	4 de 4

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Nelson Gutiérrez Guzmán

Firma:



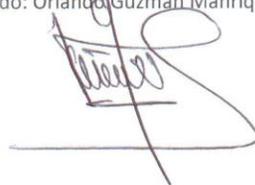
Nombre Jurado: Gilberto Álvarez Linares

Firma:



Nombre Jurado: Orlando Guzmán Manrique

Firma:



La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

INCORPORACIÓN DE SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ PARA EL
MEJORAMIENTO DEL SUELO Y SU APLICACIÓN EN EL CULTIVO DE
CILANTRO "*Coriandrum sativum*"



DAYANA ALEJANDRA OROZCO BLANCO
YEISON ANÍBAL BELTRÁN GÓMEZ

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO A CONVOCATORIA
PROPUESTA DE GRADO 2014 UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión de subproductos y residuos en la
industria agroalimentaria - Agroindustria

Director De Tesis
Ph.D NELSON GUTIÉRREZ GUZMÁN

Msc. MIGUEL ÁNGEL VALENZUELA MAHECHA

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA (USCO)
FACULTAD DE INGENIERÍA - PROGRAMA AGRÍCOLA
NEIVA - HUILA
2015

Nota de aceptación

El presente trabajo es aprobado y cumple los requisitos para optar al título de pregrado Ingeniero Agrícola.



Ph.D NELSON GUTIÉRREZ GUZMÁN
Director de Tesis



GILBERTO ÁLVAREZ LINARES
Docente Universidad Surcolombiana
Jurado



ORLANDO GUZMÁN MANRIQUE
Docente Universidad Surcolombiana
Jurado

DEDICATORIA

El esfuerzo y entrega a mi proyecto es dedicado a los seres que han sido los pilares de mi formación y que han depositado en mí el amor y la confianza, que han intervenido a lo largo de mi vida en mi formación con esfuerzo, amor, paciencia y sabiduría mi familia: a mi abuela Aracelly Blanco de Rojas a quien amo por su apoyo incondicional y darme tanto amor, mi mamá Carolina Blanco Rojas por la paciencia y el amor dedicado día a día, mi tía Alexandra Blanco Rojas por su carisma, hermosa energía y ser mi segunda mamá, mi tía Constanza Blanco Rojas por ser como una segunda mamá, mis hermanos Henry Andrés Mosquera Blanco por su nobleza, Juan Sebastián Mosquera Blanco por ser mi confidente y mi primo que amo como un hermano Santiago Patio Blanco. Ellos son los seres más importantes en mi día a día y a quien siempre serán dedicados y compartidos mis logros.

Dayana Alejandra Orozco Blanco

DEDICATORIA

Dedicada a mi madre María Dioselina Gómez, incesante, luchadora y paciente, quien me enseñó cada uno de los valores que forjarán mi camino, quien con su confianza y amor hace de mí cada día una mejor persona, quien me ha dado día a día el valor y fuerza suficientes para salir adelante y me ha demostrado que por duro que sea el camino siempre tendré motivos por los cuales luchar. A mi hermano Neissar y hermanas Yedis, Ana María y Martha, quienes siempre creyeron en mí, me alentaron y me dieron su apoyo incondicional. A mis sobrinos Juan Carlos, Julián Andrés, Luis Miguel y Nicolás a quienes quiero demasiado y por quienes voy a luchar en adelante. Y por último, dedicada a mi padre Marco Aníbal Beltrán, con quien espero encontrarme de nuevo y que, desde donde quiera que esté estoy seguro que hoy se siente orgulloso de éste logro.

Yeison Aníbal Beltrán Gómez

AGRADECIMIENTOS

Dayana Alejandra Orozco Blanco

Agradezco a esa energía universal que siempre ponga en mi camino las personas y momentos para hacer de mí una mejor persona y permitir que los seres que amo estén en mi vida.

Agradezco a mi familia por ser apoyo incondicional para que mi camino este direccionado en convertirme en una profesional y persona integral.

Agradezco a Marcela Pérez Bonilla por ser una hermana sin lazos de sangre y acompañarme en mi camino.

Agradezco a mi compañero de tesis Yeison Aníbal Beltrán Gómez por soportar más de un año mi ausencia de risa con sus chistes y acompañarme en la ejecución del proyecto como un amigo y crear un lazo de amistad haciendo de este proyecto una experiencia enriquecedora y especial.

Agradezco a cada profesor que intervino en mi formación a lo largo de mi carrera para ser una profesional integral.

Agradezco a mi director de tesis por su dirección y confianza depositada.

Agradezco a mi jurado de tesis Gilberto Álvarez Linares por su voto de confianza y palabras.

Agradezco a Gladys Quino por ser la mamá del programa y sus consejos.

Agradezco a mis compañeras Erika Cortes Macías, Stefanny Oyola Tapiero.

Agradezco a Daniel Clavijo Gonzales y Christian Bertini por ser amigos de los que uno sabe que siempre estarán al lado en buenos y malos momentos y a quienes aprecio mucho.

Agradezco a mis compañeros de código por cada momento compartido juntos y que hicieron de mí una mejor persona en especial a Miguel Felipe Lozada, Jorge Peña, Néstor Motta, Juancho Castro, Luis Fernando Martínez.

Agradezco al grupo de trabajo CESURCAFÉ.

AGRADECIMIENTOS

Yeison Aníbal Beltrán Gómez

A Dios por permitirme hallar el camino a seguir y darme fortaleza para recorrerlo, por darme la voluntad necesaria y demostrarme a mí mismo que éste si era un sueño posible.

A Stefanny Oyola Tapiero, a quien quiero y querré siempre, por su amor, por acompañarme en éste recorrido, enseñarme a valorar lo poco o mucho, por sus consejos, su apoyo, su voz de aliento y su paciencia.

A Dayana Alejandra Orozco Blanco por demostrarme que un verdadero amigo perdona, valora y bajo ninguna circunstancia olvida a quien en realidad aprecia, a quien le debo en gran medida mi formación como profesional y más aún como persona, con quien reí en las buenas y también lo hice en las malas, quien hasta ahora no entiende mis chistes y de quien tampoco los entiendo; mujer a quien quiero demasiado y recordaré hasta los confines de mi existencia.

A la familia Riveros Alarcón, mi padrino su esposa e hijos, por su incondicional apoyo.

A Irmis Dussán e hija, quienes me dieron su mano desinteresadamente, a quienes aprecio demasiado y no olvidaré nunca.

A la familia Alarcón Valencia, de gran corazón y a quienes les debo parte de mi proyecto de vida.

A Francly Yurani Meneses, amor de mis amores, quien me ha robado más risas que palabras.

Al director de nuestro proyecto de grado, doctor Nelson Gutiérrez, quien nos diera su voto de confianza y su apoyo durante el desarrollo.

A la Universidad Surcolombiana que fue mi segundo hogar durante éste largo tiempo.

A todos los amigos, compañeros de trabajo y profesores quienes pudieran aportar una pequeña partícula para lograr éste triunfo.

Y por último a la familia Carrillo Rojas, quienes me han dado la mano en situaciones difíciles y quienes también hacen parte hoy de éste logro.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	16
2. OBJETIVOS	18
3. MARCO CONCEPTUAL	19
3.1. Generalidades del café	19
3.2. Subproductos del beneficio de café	20
3.3. Mejoramiento del suelo con subproductos de la industria	23
3.4. Antecedentes de utilización de subproductos del café	26
4. METODOLOGÍA	28
4.1. Muestras de borras y cisco	28
4.2. Muestras de suelo	28
4.3. Preparación de los sustratos	29
4.4. Caracterización fisicoquímica de suelo y sustratos	32
4.5. Ensayos de germinación y desarrollo del cultivo de cilantro	32
4.6. Caracterización final del suelo y sustratos	34
4.7. Análisis estadístico	34
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS	35
ANEXOS	66

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Partes del grano de café	19
Figura 2. Proceso de trilla de café.....	21
Figura 3: a) Recolección y rotulación de la borra de café, b) almacenamiento en frío de borra de café.	28
Figura 4. a) Bandejas con borra de café, b) secado en horno, c) almacenamiento de borra de café.....	29
Figura 5. a) homogenización de las borra de café, b) pesado de borra de café para cada tratamiento.	29
Figura 6. Elaboración de sustratos: a) Ensayo uno, b) Ensayo dos c) Ensayo tres, d) Ensayo cuatro.	30
Figura 7. Elaboración de sustratos: a) Ensayo cinco, b) Ensayo seis, c) Ensayo siete, d) Ensayo ocho.....	30
Figura 8. Elaboración de sustratos: a) Ensayo nueve, b) Ensayo diez, c) Ensayo once, d) Ensayo doce.....	30
Figura 9. a) Toma de muestra, b) lectura de muestra.	31
Figura 10: a) homogenización de los tratamientos, b) cuarteo de los tratamientos, c) toma de la muestra de los tratamientos.....	32
Figura 11: a) embolsado de los sustratos, b) unidades experimentales.....	32
Figura 12: a) Establecimiento de las unidades experimentales, b) Siembra. ...	33
Figura 13: a) Riego, b) Determinación de humedad.....	33
Figura 14: a), b), c): Determinación de la profundidad radicular y espesor del tallo.....	34
Figura 15: a) homogenización de los 10 prototipos por tratamiento, b) cuarteo y toma de muestra.	34
Figura 16. Evolución del pH en los diferentes ensayos evaluados.....	36
Figura 17. Curva de retención humedad de los ensayos evaluados.	42
Figura 18. a) Fijación del carbón orgánico en función del tratamiento finalizado el período de asimilación, b) Fijación del carbón orgánico en función del tratamiento recolectado el material biológico.	43
Figura 19. Gráfico de interacciones del carbón orgánico terminado el período de asimilación.....	44
Figura 20. a) Fijación de la CIC en función del tratamiento finalizado el período de asimilación b) Fijación de la CIC en función del tratamiento recolectado el material biológico.	45
Figura 21. Gráfico de interacciones de la capacidad de intercambio catiónico CIC terminado el período de asimilación.....	46
Figura 22. Fijación del Fósforo en función del tratamiento finalizado el período de asimilación.....	46

Figura 23. Gráfico de interacción del calcio finalizado el período de asimilación.	47
Figura 24. Gráfico de interacción del calcio recolectado el material biológico.	48
Figura 25. a) Fijación del magnesio en función del tratamiento finalizado el período de asimilación b) Fijación del magnesio en función del tratamiento recolectado el material biológico.	49
Figura 26. a) Gráfico de interacción del sodio terminado el período de asimilación b) Gráfico de interacción del sodio recolectado el material biológico.	50
Figura 27. a) Fijación del potasio en función del tratamiento finalizado el período de asimilación b) Fijación del potasio en función del tratamiento recolectado el material biológico.	51
Figura 28. Gráfico de interacciones del azufre terminado el período de asimilación.	52
Figura 29. Gráfico de interacciones del azufre recolectado el material biológico.	53
Figura 30. Fijación del hierro en función del tratamiento finalizado el período de asimilación.	53
Figura 31. Fijación del hierro en función del tratamiento recolectado el material biológico.	54
Figura 32. Fijación del manganeso en función del tratamiento terminado el período de asimilación.	54
Figura 33. Fijación del cobre en función del tratamiento terminado el período de asimilación.	55
Figura 34. Fijación del cobre en función del tratamiento recolectado el material biológico.	55
Figura 35. Fijación del zinc en función del tratamiento terminado el período de asimilación.	56
Figura 36. Fijación del zinc en función del tratamiento recolectado el material biológico.	57
Figura 37. Gráfica de media de la profundidad radicular de cada sustrato evaluado.	59

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del cisco de café.....	21
Tabla 2. Composición química de la borra de café	23
Tabla 3. Proporción de los subproductos borra y cisco y suelo testigo en cada ensayo.....	31
Tabla 4. Evolución del pH durante el período de asimilación de los tratamientos.	35
Tabla 5. Caracterización química de los tratamientos evaluados terminado el período de asimilación	38
Tabla 6. . Caracterización química de los tratamientos evaluados recolectado el material biológico.	39
Tabla 7. Textura de los tratamientos a los 75 de asimilación	40
Tabla 8. Textura de los tratamientos recolectado el material biológico	40
Tabla 9. Color de los tratamientos a los 75 días de incorporación	41
Tabla 10. Color de los tratamientos recolectado el material biológico.....	41
Tabla 11. Medias de germinación en función del ensayo realizado.	58
Tabla 12. Profundidad radicular terminada el período vegetativo del cultivo de cilantro Magnum.....	58

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Caracterización química del ensayo 1 terminado el período de asimilación.....	66
Anexo 2. Caracterización química del ensayo 2 terminado el período de asimilación.....	67
Anexo 3. Caracterización química del ensayo 3 terminado el período de asimilación.....	68
Anexo 4. Caracterización química del ensayo 4 terminado el período de asimilación.....	69
Anexo 5. Caracterización química del ensayo 5 terminado el periodo de asimilación.....	70
Anexo 6. Caracterización química del ensayo 6 terminado el período de asimilación.....	71
Anexo 7. Caracterización química del ensayo 7 terminado el período de asimilación.....	72
Anexo 8. Caracterización química del ensayo 8 terminado el período de asimilación.....	74
Anexo 9. Caracterización química del ensayo 9 terminado el período de asimilación.....	75
Anexo 10. Caracterización química del ensayo 10 terminado el período de asimilación.....	76
Anexo 11. Caracterización química del ensayo 11 terminado el período de asimilación.....	77
Anexo 12. Caracterización química del ensayo 12 terminado el período de asimilación.....	78
Anexo 13. Caracterización química del ensayo 13 terminado el período de asimilación.....	79
Anexo 14. Caracterización química del ensayo 1 recolectado el material biológico.....	80
Anexo 15. Caracterización química del ensayo 2 recolectado el material biológico.....	81
Anexo 16. Caracterización química del ensayo 3 recolectado el material biológico.....	82
Anexo 17. Caracterización química del ensayo 4 recolectado el material biológico.....	83
Anexo 18. Caracterización química del ensayo 5 recolectado el material biológico.....	84
Anexo 19. Caracterización química del ensayo 6 recolectado el material biológico.....	85
Anexo 20. Caracterización química del ensayo 7 recolectado el material biológico.....	86

Anexo 21. Caracterización química del ensayo 8 recolectado el material biológico.....	87
Anexo 22. Caracterización química del ensayo 9 recolectado el material biológico.....	88
Anexo 23. Caracterización química del ensayo 10 recolectado el material biológico.....	89
Anexo 24. Caracterización química del ensayo 11 recolectado el material biológico.....	90
Anexo 25. Caracterización química del ensayo 12 recolectado el material biológico.....	91
Anexo 26. Caracterización química del ensayo 13 recolectado el material biológico.....	92

RESUMEN

De manera general puede afirmarse que los subproductos generados en el beneficio y la preparación de bebidas a base de café no son manejados adecuadamente, la borra casi siempre termina depositada en rellenos sanitarios ocasionando que los biopolímeros de lenta degradación como la celulosa, permanezcan durante años casi sin alteraciones; en el caso del cisco, es reutilizado para el secado de café, con el inconveniente de que al producirse la combustión se generan emisiones atmosféricas contaminantes.

En el presente proyecto se evalúa el efecto de la incorporación de borra de café, cisco y una mezcla de los mismos sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo; de la misma forma, se evaluó el efecto de la incorporación de los mismos subproductos sobre el crecimiento y desarrollo de un cultivo comercial como es el cilantro (*Coriandrum sativum*).

Se conformaron trece ensayos con diferentes niveles de incorporación de Borrás, Cisco y Borrás + Cisco, sobre muestras de suelo debidamente caracterizado; se permitió un período de pos-incorporación de 75 días, durante el cual se llevó un control de riego y pH, después de este período se realizó un primer análisis químico completo y parámetros físicos como textura, color, curvas de retención de humedad sobre las muestras de suelo con los subproductos incorporados. Para cada ensayo se establecieron 10 unidades experimentales que se dispusieron en la Granja experimental de la Universidad Surcolombiana, en cada una de las mismas se sembraron cuatro semillas de cilantro variedad (Magnum), se evaluaron los niveles de germinación y posteriormente se midieron las variables de control del período vegetativo como profundidad radicular y espesor del tallo. Terminado el ciclo vegetativo y recogido el material biológico se realizó una homogenización de las unidades experimentales de cada ensayo para efectuar nuevamente los análisis fisicoquímicos, incluyendo textura, curvas de retención de humedad y color de las muestras.

Todos los datos fueron procesados mediante análisis estadístico descriptivo y se determinaron diferencias estadísticamente significativas mediante ANOVA de una y dos vías definiendo como factores los tratamientos utilizados y el nivel de incorporación de subproducto y como variables respuesta los parámetros de desarrollo vegetativo del cultivo y los componentes químicos del suelo derivados de los análisis de laboratorio.

Al comparar la germinación de los sustratos con el suelo testigo se corrobora que la incorporación de los macro y micro nutrientes contenidos en los subproductos mejoran las condiciones del suelo para el desarrollo del cultivo puesto que la cantidad de cationes que pueden ser retenidos por los suelos

aumenta hasta 32,6 cmol+.kg-1; se obtuvo que el elemento hierro presentó índices elevados de toxicidad en el suelo con valores para el tratamiento T₁ desde 242,3 hasta 626 ppm, T₂ 13,9 a 44,6 ppm, T₃ 57,5 a 375 ppm, fijando elementos como el fósforo en forma de fosfatos de hierro, limitando la disponibilidad de fósforo.

A partir de los resultados encontrados en la investigación, el uso de los subproductos del café optimiza las características fisicoquímicas en los suelos, los mismos pueden ser utilizado por los productores agrícolas recomendando se considere previamente un análisis químico de suelos completo y de acuerdo a los resultados de micro y macro nutrientes que posea el suelo y requerimientos del cultivo se seleccione el nivel de incorporación y subproducto a reemplazar en el suelo.

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia actualmente la industria del café no cuenta con un tratamiento adecuado para la disposición final de los residuos que arrojan las cafeteras al momento de preparar la bebida, el mismo que se conoce comúnmente con el nombre de borras del café, por lo tanto, éste subproducto es arrojado a las basuras y su destino final son los rellenos sanitarios, allí tarda en ser degradado puesto que está compactado junto con materiales plásticos que no se descomponen ligera ni fácilmente. Se ha calculado que éste residuo representa una pérdida en peso de un 10,4 % por cada kilogramo de café cereza, es por ello que se estima que en el país se generan toneladas del subproducto, ya que Colombia además de ser un productor de café, también es consumidor por excelencia; así lo reveló el estudio de Retail Index de Café de Nielsen en el 2014, que registró una tendencia positiva por tercer año consecutivo, con un crecimiento del 2,1% en volúmenes vendidos al detal durante el 2013 (Beltrán, 2014).

El uso de los residuos de la producción de esta bebida en la elaboración de sustratos como alternativa para mejorar las propiedades fisicoquímicas en el suelo y a su vez establecer un cultivo comercial con el fin de evaluar si existe un mejor desarrollo del mismo en un suelo, con incorporación de subproductos del café podría representar una alternativa de solución a las necesidades de nutrientes del suelo para determinados cultivos.

En un estudio realizado por Urribarrí *et al* (2014) estableció los componentes de la borra de café: calcio (% Ca) 0.174, magnesio (%Mg) 0.138, fósforo (%P) 0.132, sodio (%Na) 0.036, potasio (%K) 0.339, zinc (ppm Zn) 96.09, manganeso (ppm Mn) 43.266, cobre (ppm Cu) 8.879, hierro (ppm Fe) 75.419.

La cascarilla de café también llamada cisco es una envoltura cartilaginosa de color blanco amarillento de aproximadamente 100 micrómetros de espesor y que corresponde al endocarpio (pergamino) del fruto, la semilla se encuentra en una forma suelta dentro de ésta y se extrae mediante el proceso de trillado donde ocurre una separación, según Orozco *et al* (1998) la cascarilla de café tiene la siguiente composición química: contenido de humedad de 7,6%, materia seca 92,8%, extracto etéreo 0,6%, nitrógeno 0,39%, cenizas 0,5%, extracto libre de nitrógeno 18,9%, calcio y Magnesio 150 mg y fósforo 28 mg.

La degradación de tierras es un proceso que conlleva a un deterioro progresivo de la calidad del suelo. Los sistemas agrícolas han conducido a un deterioro continuo del recurso suelo, en especial, desde el punto de vista químico, lo que se traduce en una pérdida de la productividad agrícola reflejada en menores rendimientos y mayores problemas ambientales (Lal, 1998).

En ese sentido con la presente investigación se buscó evaluar el uso de subproductos del beneficio del café como son las borras y la cascarilla, sobre las propiedades químicas del suelo y evaluar el crecimiento y desarrollo de un cultivo de ciclo corto y comercial como es el cilantro magnum (*Coriandrum sativum*). Dentro de sus principales características se conoce que es una planta herbácea que alcanza 1m de altura, es de tallo hueco en sus entrenudos; sus hojas, que contribuyen la parte comestible, son alternas, de limbo muy dividido y con largos peciolo, y cuando están verdes segregan un olor fuerte, Su período vegetativo dura alrededor de 45 días, su mejor rendimiento se da entre los 1000 y 1300 m.s.n.m en suelos francos y franco arcillosos, bien drenados ricos en materia orgánica, tolera pH entre 5 y 7.5, pero se trata de una planta que se da muy bien en todos los climas de Colombia y en casi todos los suelos (Caicedo, 1962) además, dentro de la región es comercializado y consumido altamente.

En concordancia con lo anterior se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Al incorporar subproductos del beneficio del café es posible mejorar algunas propiedades fisicoquímicas del suelo y su influencia sobre el desarrollo de un cultivo comercial a pequeña escala como el cilantro?

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de la incorporación de subproductos generados durante la trilla y la extracción de bebidas de café sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo y sobre el desarrollo vegetativo de cilantro variedad Magnum (*Coriandrum sativum*), como alternativa de disposición de los residuos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Incorporar borras, cisco y una mezcla de los anteriores en niveles de incorporación de 10, 20, 30 y 40% (p/p), y evaluar su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo.
- Evaluar en condiciones semicontroladas el efecto de la incorporación de subproductos sobre el desarrollo vegetativo del cilantro variedad Magnum (*Coriandrum sativum*).
- Determinar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados y los niveles de incorporación, sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo y sobre la germinación de cilantro a escala experimental.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. Generalidades del café

El cultivo de café (*coffea arabiga*) pertenece a la familia de las Rubiáceas y al género *Coffea*. Existen numerosas especies de cafeto y diferentes variedades de cada especie. Las especies más importantes comercialmente pertenecientes al género *Coffea*, son conocidas como *Coffea arabica* Linneo conocida como Arábica o Arábiga y *Coffea canephora* Pierre Ex Froehner conocida como Robusta.

Se le conoce como cafeto o planta productora de café a un arbusto que se da en la región tropical de la tierra perteneciente a la familia de las rubiáceas. Abarca 500 géneros y 8.000 especies. Uno de esos géneros es el *Coffea*, que lo constituyen árboles, arbustos, y bejucos, y comprende unas 10 especies civilizadas, es decir, cultivadas por el hombre y 50 especies silvestres.

Los granos de café o semillas están contenidos en el fruto del arbusto, los cuales en estado de madurez toman un color rojizo y se les denomina "cereza". Cada una de ellas consiste en una piel exterior que envuelve una pulpa dulce. El fruto del cafeto cuyas semillas tostadas y molidas se utilizan para el consumo humano está compuesto (Figura 1), de afuera hacia dentro, por:

- 1: corte central
- 2: grano de café (endosperma)
- 3: piel plateada (tegumento)
- 4: pergamino (endocarpio)
- 5: capa de pecctina
- 6: pulpa (mesocarpio)
- 7: piel exterior (pericarpio)

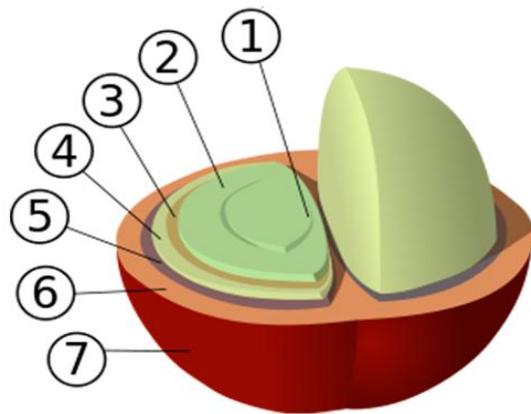


Figura 1. Partes del grano de café

- Una cubierta exterior llamada pulpa.
- Una sustancia gelatinosa azucarada que recibe el nombre de mucílago.
- Una cubierta dura que se denomina pergamino o cáscara.
- Una cubierta más delgada y fina llamada película.
- Y finalmente el grano o almendra que es la parte del fruto que, una vez tostada y molida, se utiliza para la producción de la bebida del café.

3.2. Subproductos del beneficio de café

Los procesos de post-cosecha, conocidos como beneficio y secado, comienzan a partir de la recolección de las cerezas de café. Las semillas de café, conocidas como café verde o café oro en ciertos países, son las que se tuestan para la elaboración de la bebida que los consumidores conocen. Son procesos que se utilizan para la separación del mesocarpio del endocarpio. El tiempo que duren dichos procesos y el efecto que pueden generar los diferentes compuestos presentes en la pulpa y mucílago del café en la semilla, tiene una clara influencia en la calidad final de la bebida.

Uno de los procesos más utilizados es el llamado beneficio seco del café. En este proceso de post cosecha las cerezas comúnmente se exponen al sol durante varios días hasta alcanzar cierto grado de humedad en rangos que pueden variar. El beneficio húmedo del café incluye el despulpado, la fermentación, el lavado y el secado del grano. Una vez el café ha pasado por el proceso de beneficio se seca al sol o en secadores mecánicos. Cuando ya se tiene el café seco, se le denomina café pergamino, puesto que al grano lo cubre una capa amarilla opaca llamada pergamino.

Una vez se terminan los procesos de beneficio, incluyendo el secado, el café se somete a un nuevo proceso denominado trilla de café, para obtener el café almendra o café verde. Una vez trillado, el grano verde se selecciona y clasifica cuidadosamente, teniendo en cuenta su tamaño, peso, color y apariencia física (defectos). Este café verde o almendra es el insumo para la elaboración del café tostado, del café soluble y de los extractos de café, y se caracteriza porque su color es verde, tiene un olor característico de café fresco y su humedad promedio debe ser del 10 al 12% (Federación Nal. De Cafeteros de Colombia, 2010).

La trilla de café pergamino, comúnmente denominado beneficio seco consiste en retirar mecánicamente el endocarpio (pergamino) que cubre la almendra de café (denominada cisco), seleccionando la almendra por tamaños y retirando todo tipo de impurezas y granos defectuosos (Figura 2) para obtener así una variedad de productos y subproductos con diferentes destinos (Mayorga, 1991).

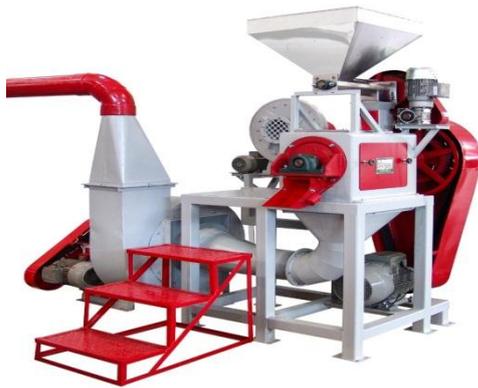


Figura 2. Proceso de trilla de café

Fuente: Pinhalense

Tabla 1. Composición química del cisco de café

Compuestos	Cisco de café
Cenizas (%)	0.5-0.6
Proteínas (%)	3.2
Celulosa (%)	57
Alfa (%)	5.5
Beta (%)	4.5
Lignita (%)	20.6-23.15
Extracto de éter (%)	3.4

Fuente: Natarajan *et al.*, 1997; Tamayo 2000.

Debido a su estructura y composición química, la cascarilla de café no ofrece muchas posibilidades de utilización, sin embargo, también se ha considerado como combustible, ya que se necesita mucha energía para la deshidratación final del grano de café (Aguirre, 1966).

El cisco o cascarilla del café presenta las siguientes propiedades,

- El poder calorífico es de aproximadamente 7458 Kcal/Kg.
- El porcentaje de cenizas es de aproximadamente 0.6%.
- Su humedad promedio es de 5.4 %.
- El material volátil es de 87.7 %.
- Densidad aparente promedio 0.33 g / cm³.
- El tamaño de las partículas oscila entre 0.425 y 2.36 mm de diámetro.

Por el alto contenido de celulosa y su poder calorífico la cascarilla de café se utiliza como material de combustión en el secado del café en algunos casos, al igual que se ha centrado en aplicaciones como el biocompost y sustratos de algunos cultivos. Como resultado de algunas investigaciones se encontró que a partir de este producto se puede obtener plásticos, cartones, briquetas y como

ingrediente en concentrado para alimentación en búfalos, entre otras (Salazar *et al*, 1984). La cascarilla de café si no es usado contribuye a la generación de CO₂ (descomposición aeróbica) y metano (descomposición anaeróbica) en su proceso de compostaje, con efectos positivos sobre el medio ambiente y a pesar de que la disponibilidad anual del cisco de café en Colombia es cercana a 82.000 toneladas, en la actualidad no hay aplicaciones de valor agregado para este producto diferentes a ser usado como material de combustión por lo que contribuye a la contaminación por efecto de las emisiones atmosféricas.

Se caracteriza químicamente por su alto contenido de fibra cruda y, en este sentido, es similar a otros subproductos utilizados como material de relleno en raciones para animales (Bressani *et al*, 1972). A este respecto se ha informado que el contenido celular de la cascarilla del café es de 12 %, mientras que los componentes de las paredes celulares, esto es la fibra neutro detergente y ácido detergente, se encuentra en cantidades de 88 y 67%, respectivamente (Jarquín *et al*, 1974).

La celulosa, como es ampliamente conocido, puede utilizarse como fuente de energía para rumiantes; sin embargo, la utilización de la cascarilla de café está limitada por la lignina, sílice y otros compuestos. El contenido de lignina puede ser tan alto como 18 % y las cenizas insolubles alcanzan niveles de hasta 5%.

Para aumentar la utilización metabólica de la cascarilla de café, sería necesario hidrolizar la celulosa y otros compuestos similares. Algunos resultados preliminares, indican que el tratamiento con álcali aumenta los carbohidratos solubles. La hidrólisis con soluciones al 10% de hidróxido con soluciones al 10% de hidróxido de sodio o de calcio, reducen la fibra cruda de 62,1% a 34,1% y 35,8% respectivamente (Murillo *et al*, 1975).

La torrefacción es una de las etapas más importantes en el proceso industrial del café. Ésta consiste en tostar los granos para que estos puedan desarrollar y liberar sus diferentes aromas en unos cuantos minutos del tostado. En este proceso, uno de los sistemas más comunes es el que se efectúa en un tostador cilíndrico que gira por un tiempo determinado hasta que el grano llega a su punto de tostadura. Cada clase de grano tiene un tipo de tostado óptimo, cuyas variables como el porcentaje de humedad, el tiempo y la temperatura, alteran el sabor final del grano (Gamboa, 2004). El paso siguiente a la torrefacción es la preparación de la bebida, de donde se generan las borras, por ello las mismas se consideran el residuo que se produce en las fábricas de café soluble y corresponde a la fracción insoluble del grano tostado. Representa cerca del 10% del peso del fruto fresco (Calle, 1977).

Tabla 2. Composición química de la borra de café

Parámetro	Borra de café
Humedad (%)	10.49±0.09
Materia seca (%)	89.51±0.09
Cenizas (%)	1,81±0.05
Nitrógeno (%)	1,88±0,05
Proteína cruda	11.72±0.28
Grasas (%)	13.41±0.25
Azúcares totales (g/g)	39.62±0.69
Azúcares reductores (mg/g)	11.35±0.27
Celulosa (%)	28.05
Hemicelulosa (%)	18.83
Lignina (%)	16.21
Solubles (%)	35.29
Calcio (% Ca)	0.174
Magnesio (%Mg)	0.138
Fósforo (%P)	0.132
Sodio (%Na)	0.036
Potasio (%K)	0.339
Zinc (ppm Zn)	96.09
Manganeso (ppm Mn)	43.266
Cobre (ppm Cu)	8.879
Hierro (ppm Fe)	75.419

Valores promedios (base seca) del análisis de tres muestras de borra de café ± 1 desviación estándar.
Fuente: Aidin Urribarrí *et al*, 2014.

3.3. Mejoramiento del suelo con subproductos de la industria

El suelo es uno de esos recursos limitados de cuyo uso inapropiado e implementación de pobres prácticas de manejo resulta su degradación en una amplia gama de expresiones: erosión hídrica, eólica, compactación, deterioro de la estructura, agotamiento de nutrientes, acidificación, salinización (López, 2002), detrimento de la capa arable y, por lo mismo, pérdida de la materia orgánica (Burbano, 1998). Estos problemas asociados con la degradación del suelo afectan las propiedades físicas y químicas del mismo las cuales influyen sobre la aireación, la disponibilidad de nutrientes, la retención de agua y la actividad biológica (Coria, 2007).

El uso de materiales orgánicos como enmienda a los suelos es beneficioso no sólo para la producción de cultivos, sino también para mantener la calidad del suelo debido a las funciones biológicas, físicas y químicas que la materia

orgánica cumple en el suelo (Felipó, 2002). La aplicación de materia orgánica (MO) en el suelo mejora las cualidades físicas de estructura, aireación, absorción y retención de agua; además, aporta algunos elementos que le ayudan a las plantas a aminorar el efecto dañino de las enfermedades y plagas (Burbano, 1998). Por ende, la materia orgánica es un pieza clave para el mantenimiento de las funciones del suelo, al tiempo que lo protege del progreso de otros procesos de degradación (Felipó, 2002).

La restitución del componente orgánico del suelo mediante aportes de materiales orgánicos residuales debe ser una actuación exigente no tanto por la cantidad y frecuencia de las aportaciones, sino por la calidad de los materiales a incorporar y las prácticas de manejo a efectuar; además es preciso evaluar las características del suelo receptor y del entorno, incluidas las condiciones climatológicas, así como las exigencias del cultivo a instaurar. Por tanto para cada situación, deberían emplearse los residuos más adecuados, entre los disponibles en el entorno inmediato, con el fin de cubrir las expectativas deseadas y elaborar el plan de reutilización correspondiente que debería incluir la vigilancia y control de los suelos receptores de residuos (Felipó, 2002).

El compostaje, el lombricompostaje y subproductos de estos, han resultado un medio importante para la reducción o transformación de desechos orgánicos y el aprovechamiento de las propiedades nutrimentales que contienen y su potencial aplicación en enmiendas del suelo. De ésta manera, la caracterización de lombricompostas y compostas de residuos orgánicos agrícolas y domésticos, es importante en función de los contenidos nutrimentales que presenten y su adecuada incorporación al suelo. Para la caracterización de las compostas, se pueden realizar determinaciones como pH, % de materia orgánica, % carbono orgánico, % de carbono de ácidos húmicos y fúlvicos (extracto húmico total), % de nitrógeno total, % fósforo, % de potasio, % de calcio, % de magnesio y conductividad eléctrica, entre otros (Torres *et al*, 2007).

La incorporación de subproductos orgánicos del proceso panelero (hojarasca, bagacillo y cachaza fresca), como enmienda orgánica en un suelo sulfatado ácido, permite obtener un mayor aumento de la porosidad total y, por ende, mayor disminución de la densidad aparente, en comparación con tratamientos testigos, al cabo de 45 días de la aplicación de los mismos (Montaño *et al*, 2013).

La aplicación de lodos residuales o biosólidos urbanos a suelos agrícolas es una práctica habitual en países desarrollados por razones prácticas y económicas (Ottaviani *et al*, 1991). Los lodos residuales tienen valor fertilizante y mejoran también las propiedades físicas de los suelos (Quinteiro *et al*, 1988; Tester, 1990). La dosis de aplicación se suele fijar en función de los

requerimientos del cultivo en N y P, aunque también deben considerarse factores como la carga de sales y la presencia de elementos metálicos u otros compuestos. En los Estados Unidos de América y la Unión Europea, las agencias de protección ambiental consideran que incluso los lodos que muestran componentes peligrosos pueden aplicarse en la fabricación de productos agrícolas, siempre y cuando se tomen las medidas adecuadas para su tratamiento, manufactura y uso (Benavides *et al*, 2007).

La nutrición mineral es uno de los factores que más contribuye para lograr elevado rendimiento y mejor calidad del producto, de forma que los nutrientes deben ser aplicados de acuerdo a las exigencias del cultivo, en las cantidades y épocas adecuadas. Una de las herramientas utilizadas en la determinación de fertilizaciones balanceadas son las curvas de absorción de nutrientes, expresadas bajo la forma de curvas en función de la edad de la planta (Nunes *et al.*, 1981). El conocimiento de la cantidad de nutrientes en la planta en cada fase de crecimiento suministra información que ayuda al establecimiento de programas de fertilización. Sin embargo, esas curvas reflejan apenas lo que la planta necesita y no lo que debe ser aplicado, ya que debe considerarse la eficiencia del aprovechamiento de los nutrientes, el cual varía según las condiciones de fertilidad del suelo, la época de siembra, condiciones climáticas, manejo del sistema de cultivo, finalidad de uso del producto cosechado y sistema de irrigación, entre otros factores. En lo fundamental, las curvas de absorción de nutrientes auxilian en los programas de fertilización, principalmente en las cantidades de los diferentes nutrientes que deben ser aplicados en las diferentes etapas fisiológicas de las plantas (Villas-Boas, 2001).

El cobre, hierro, manganeso y zinc son 4 metales esenciales para el crecimiento vegetal. A pesar de las pequeñas cantidades requeridas por las plantas, los suelos agrícolas suelen ser deficitarios en uno o más micronutrientes de forma que su concentración en los tejidos de los vegetales cae por debajo de los niveles que permiten un crecimiento óptimo. Un problema ampliamente extendido en suelos carbonatados de ambientes áridos y semiáridos es la clorosis férrica, causada por deficiencias de hierro (Martínez, 2000). Las deficiencias de Cu y Mn en cultivos han tomado mayor relevancia a partir de los estudios sobre los parámetros que controlan su solubilidad en el suelo. Aun así, las deficiencias de Fe y Zn son el mayor problema a escala global (Alloway, 1995).

La naturaleza del suelo juega un papel fundamental en la disponibilidad de los micronutrientes. Las tres causas de deficiencia de los micronutrientes son: a) baja concentración de un elemento en el suelo, b) presencia de una forma química que no puede ser utilizada por la planta, y c) efecto antagónico entre distintos elementos. Estas causas están relacionadas con las propiedades del suelo, por ejemplo el pH elevado de los suelos ocasiona la retención de estos

elementos, fijándolos en formas no disponibles para las plantas (Fancelli, 2006). El contenido de materia orgánica y arcilla y la actividad microbiana son propiedades del suelo que controlan la disponibilidad de los metales estudiados (Mengel & Kirkby, 1987). El contenido total de un nutriente en el suelo no siempre se relaciona con la fertilidad química pero es un indicador a utilizar para tener una aproximación de la riqueza potencial del elemento (Ratto, 2006).

3.4. Antecedentes de utilización de subproductos del café

Diversas aplicaciones para estos dos subproductos se han evaluado experimentalmente, como es el del trabajo de Garzón y Cuervo (2008) quienes realizaron una investigación cultivando el hongo *Pleurotus ostreatus* utilizando como sustrato los residuos de café de consumo humano a través de indicadores como la eficiencia biológica, el rendimiento, tiempo de incubación entre otros; también Job, D. en 2004 estudió la capacidad de la cepa industrial HK35 de *Pleurotus ostreatus* de fructificar en diferentes sustratos que contienen de 17,8 a 55% de borra de café industrial. Los resultados mostraron que la incorporación al sustrato de hasta un 55% de esta borra de café, no disminuye la capacidad de fructificar ni el rendimiento del pleuroto, En el 2001, Leifa, Pandey y Soccol, llevaron a cabo la producción de *Flamulina velutipes* para evaluar posibilidades de utilizar subproductos de café como sustrato. Los resultados mostraron la posibilidad de utilizar la cáscara y las borras de café como sustrato sin ningún otro suplemento nutricional para el cultivo sólido de este hongo comestible. Las borras de café presentaron mejores resultados que la cascarilla de café. En 2002, Grodzínskaya *et al* estudiaron el crecimiento micelial y la obtención de fructificación de 3 especies de hongos comestibles orejas blancas, *Pleurotus ostreatus*, shiitake japonés, *Lentinus edodes*, y strofaria gigante, *Stropharia rugosoannulata*, en los 20 diversos sustratos provenientes de desechos agrícolas, entre ellos las borras de café. Los micelios fueron inoculados en frascos de vidrio donde se mezclaron y esterilizaron los componentes de los sustratos, evaluándose el crecimiento micelial dos o tres veces para cada especie. Los resultados del trabajo demostraron la factibilidad del cultivo de hongos comestibles de interés comercial utilizando desechos industriales ricos en celulosa lignocelulosa, lo cual puede permitir su aprovechamiento en la alimentación humana y animal.

Cruz R. *et al* (2013), en su investigación evaluaron el efecto en las borras del café sobre los macro y micro-elementos de la lechuga (*Lactuca sativa*), para definir su eficacia en la reutilización agroindustrial, realizando un experimento de invernadero con diferentes cantidades de borras frescas y compostadas; Urribarrí *et al* (2014), evaluaron la borra de café como materia prima para la producción de biodiesel, secándolas al sol para extraer el exceso de humedad y luego sometiénolas a un proceso de extracción de grasas utilizando hexano y metanol; Puertas M., *et al.* (2013) en su estudio buscaron recuperar

compuestos fenólicos a partir de la borra de café y darle un valor agregado a un residuo de origen vegetal, como fuente de componentes con capacidad antirradicales libres in vitro. En la misma investigación se identificaron los ácidos clorogénico, isoclorogénico y feruloilquínico como los principales componentes de la borra de café.

En 2009, Moreno, Serrano y Palacios, presentaron los resultados obtenidos al medir el desempeño de la combustión de biomasa (cisco de café y cascarilla de arroz) en un reactor de lecho fluidizado burbujeante; Sánchez y Anzola, (2012) realizaron la caracterización del cisco de café como posible uso en la industria alimentaria reportando contenidos altos en fibra dietaria y alto contenido de antioxidantes; por otro lado en el 2011, Souza *et al*, en su estudio plantearon la posibilidad de reutilizar los residuos como el aserrín y las borras de café para producir un tipo de combustible de fuente renovable, incluyendo también aspectos relacionados con la bio-energía y producción más limpia; también se presentó una investigación en 2007, Hernández *et al*, evaluaron la utilización de desechos agroindustriales: la cascarilla de arroz y el pergamino de café como adsorbentes alternativos para la remoción de ácido acético realizando su caracterización determinando la cantidad de humedad y cenizas, índice de acidez, y el análisis a través de espectrometría de absorción en el infrarrojo y la difracción de rayos X.

4. METODOLOGÍA

4.1. Muestras de borras y cisco

Las borras se recolectaron en dos tiendas cafeteras de la ciudad de Neiva en bolsas tipo ziploc y se almacenaron en refrigerador a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 4 semanas (Figura 3a y 3b), posteriormente fueron sometidas a secado en estufa en capas de 0.5 cm de altura a 60°C por 16 horas, hasta obtener una humedad del 20% hbh (Figura 4a, 4b y 4c).



Figura 3: a) Recolección y rotulación de la borra de café, b) almacenamiento en frío de borra de café.

El cisco se recolectó del proceso de trilla Sena la Angostura Campoalegre, su almacenamiento fue en sacos de fique a temperatura ambiente.

4.2. Muestras de suelo

El suelo testigo se recolectó en una granja cercana al municipio de Rivera, y se almacenó a temperatura ambiente. Posteriormente se le realizó una caracterización fisicoquímica en el laboratorio de suelos de la Universidad Surcolombiana con los siguientes resultados carbono orgánico 0,09 % C.I.C 13 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, Fósforo (P) 1,22 ppm, Calcio (Ca) 2,54 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, magnesio (Mg) 2,19 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, sodio (Na) 0,33 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, potasio (K) 0,41 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, bases totales BT 5,47 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, saturación de bases 42,1%, Azufre (S) $<0,01$ ppm, Hierro (Fe) 1,26 ppm, manganeso (Mn) 1,9 ppm, cobre (Cu) $<0,01$ ppm, zinc (Zn) 0,77 ppm, boro (B) 0,15 ppm, Ca/Mg 1,16, Ca+Mg/K 11,5, Mg/K 5,34. Textura Franco limosa, color en seco amarillo rojizo, color en húmedo

marrón oscuro. Se recolectó en una granja cercana al municipio de Rivera, y se almacenó a temperatura ambiente.



Figura 4. a) Bandejas con borra de café, b) secado en horno, c) almacenamiento de borra de café.

4.3. Preparación de los sustratos

Se homogenizaron las borras de café almacenadas con humedad del 20% y peso en la Balanza electrónica marca LEXUS FENIX precisión 0.1gr la cantidad determinada para cada sustrato a elaborar (Figura 5a, 5b), el mismo procedimiento se llevó a cabo con el cisco, el suelo testigo se homogenizó y retiró impurezas y se llevó a cabo el proceso de pesado.



Figura 5. a) homogenización de las borra de café, b) pesado de borra de café para cada tratamiento.

En la tabla 3 se presenta la composición de los 13 sustratos utilizados para el desarrollo experimental, cada sustrato con un peso neto de 10 kg almacenado en bolsa negra de 60cm x 70cm con drenaje. Una vez pesadas las cantidades de suelo y subproducto se homogenizó la mezcla y se incorporaron en bolsas

cada una de éstas se rotuló E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, el ensayo testigo fue pesado, rotulado como Et y almacenado. (Figura 6, 7 y 8)



a) b) c) d)

Figura 6. Elaboración de sustratos: a) Ensayo uno, b) Ensayo dos c) Ensayo tres, d) Ensayo cuatro.



a) b) c) d)

Figura 7. Elaboración de sustratos: a) Ensayo cinco, b) Ensayo seis, c) Ensayo siete, d) Ensayo ocho.



a) b) c) d)

Figura 8. Elaboración de sustratos: a) Ensayo nueve, b) Ensayo diez, c) Ensayo once, d) Ensayo doce.

Tabla 3. Proporción de los subproductos borra y cisco y suelo testigo en cada ensayo.

Ensayo	Peso (Kg)		
	Borra	Cisco	Suelo
1	1.0	0.0	9.0
2	2.0	0.0	8.0
3	3.0	0.0	7.0
4	4.0	0.0	6.0
5	0.0	1.0	9.0
6	0.0	2.0	8.0
7	0.0	3.0	7.0
8	0.0	4.0	6.0
9	0.5	0.5	9.0
10	0.5	0.5	8.0
11	0.5	0.5	7.0
12	0.5	0.5	6.0
13	0.0	0.0	10.0

Una vez conformados los sustratos, se permitió un período de asimilación de 75 días, manteniendo una humedad constante para lograr la descomposición de los subproductos y su integración al suelo. En este período se realizaron mediciones del pH en todas las muestras de suelos cada 3 días utilizando potenciómetro digital ORION 3 STAR de acuerdo a la norma NTC5264 (Figura 9). El riego se realizaba dos veces por semana.



Figura 9. a) Toma de muestra, b) lectura de muestra.

4.4. Caracterización fisicoquímica de suelo y sustratos

Terminado el período de asimilación se tomó la muestra de 1.5 Kg (Figura 10) de cada uno de los ensayos, para análisis químicos completos en el laboratorio de suelos de la Universidad Surcolombiana de acuerdo a los siguientes protocolos: pH NTC5264, Carbono orgánico NTC5403, Fósforo disponible NTC5350 modificado, Calcio, magnesio, potasio, aluminio y sodio NTC5349 modificado, Elementos menores: Hierro, magnesio, zinc, cobre NTC5526 modificado, Azufre NTC5402 modificado, Intercambio catiónico NTC5268 modificado.



Figura 10: a) homogenización de los tratamientos, b) cuarteo de los tratamientos, c) toma de la muestra de los tratamientos.

4.5. Ensayos de germinación y desarrollo del cultivo de cilantro

Para la evaluación de la germinación de cultivo de cilantro magnum, se conformaron 130 unidades experimentales de 0.8Kg de sustrato en bolsas negras de 20 x 7 cm, 10 por cada sustrato ensayado (Figura 11). Las unidades experimentales fueron dispuestas en el vivero de la Granja experimental USCO, en el que se mantuvieron las condiciones óptimas para la germinación de las plántulas. En cada una de las 130 unidades se sembraron cuatro semillas a una profundidad de 0,5 cm (Figura 12).



Figura 11: a) embolsado de los sustratos, b) unidades experimentales.



Figura 12: a) Establecimiento de las unidades experimentales, b) Siembra.

El riego se realizó cada dos días con una probeta, manteniendo constante la lámina neta entre unidades experimentales de cada ensayo. Se determinó contenido de humedad a lo largo del período vegetativo que consto de 55 días 4 veces para determinar la lámina neta. Para la medición de humedad se introducían los sensores del equipo ProCheck sensor GS3 en forma vertical en la parte central de la bolsa, para permitir una lectura confiable y asegurándonos que los sensores quedaban totalmente insertados en el sustrato (Figura 13).



Figura 13: a) Riego, b) Determinación de humedad.

Terminado el período vegetativo del cilantro magnum (*Coriandrum sativum*) se determinó las variables profundidad radicular y espesor del tallo, haciendo lectura de cada variable a cada una de las plantas por unidad experimental y su respectivo promedio (Figura 14). El análisis sensorial no se llevó a cabo puesto que el material vegetativo recolectado no cumple con los requisitos de altura y color que tiene el cilantro al terminar su ciclo.



Figura 14: a), b), c): Determinación de la profundidad radicular y espesor del tallo.

4.6. Caracterización final del suelo y sustratos

Terminado las lecturas de datos se trasladaron las unidades experimentales a la sede principal de la Universidad Surcolombiana a la planta piloto de CESURCAFÉ, donde se realizó la respectiva homogenización entre unidades experimentales por ensayos para la toma de muestra de 1,5 Kg de sustrato (Figura 15) para análisis fisicoquímicos completos según los protocolos: pH NTC5264, Carbono orgánico NTC5403, Fósforo disponible NTC5350 modificado, Calcio, magnesio, potasio, aluminio y sodio NTC5349 modificado, Elementos menores: Hierro, magnesio, zinc, cobre NTC5526 modificado, Azufre NTC5402 modificado, Intercambio catiónico NTC5268 modificado



Figura 15: a) homogenización de los 10 prototipos por tratamiento, b) cuarteo y toma de muestra.

4.7. Análisis estadístico

Los datos resultantes de la investigación fueron sometidos a análisis de varianza de una y dos vías (ANOVA) para determinar diferencias estadísticamente significativas en los elementos que favorecen o afectan el desarrollo vegetativo del cultivo, así como la influencia del tratamiento en la germinación del cultivo evaluado. Se realizó contraste múltiple de rango utilizando la prueba HSD de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Se utilizó el software estadístico Statgraphics Centurion XVI.I.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En la tabla 4 y figura 16 se presenta la evolución del pH para los 12 ensayos evaluados con subproductos; como puede se puede ver las lecturas de pH se realizaron a partir del día 12 del período de asimilación, en general los valores de pH se encontraron entre 5,1 y 7,0. En la mayoría de los casos el valor de pH aumentó a medida que incremento el nivel de incorporación de los subproductos, todos los ensayos presentaron un valor de pH mayor al del suelo testigo.

Tabla 4. Evolución del pH durante el período de asimilación de los tratamientos.

Días	Ensayo / pH											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	5,4	6,0	6,4	6,6	6,2	6,2	6,3	6,6	6,1	6,2	6,5	6,6
19	5,4	5,9	6,0	6,3	5,4	5,7	5,3	5,7	5,2	5,5	5,8	6,1
22	5,4	5,7	5,9	6,1	5,3	5,9	5,6	6,3	5,4	5,6	6,0	6,4
27	5,3	5,6	6,1	6,2	5,5	5,7	5,7	6,4	5,7	5,8	6,1	6,4
29	5,1	5,5	5,9	6,1	5,4	5,6	6,0	6,3	5,4	5,6	6,1	6,3
33	5,2	5,8	5,9	6,1	5,9	5,9	6,0	6,4	5,5	5,8	6,1	6,3
36	5,3	5,8	5,8	6,3	5,7	5,8	5,9	6,4	5,9	5,9	6,0	6,5
40	5,6	5,9	6,1	6,3	5,6	5,7	5,9	6,1	5,5	5,7	5,9	6,3
43	5,3	5,5	5,9	6,1	5,5	5,7	6,0	6,3	5,5	5,6	6,1	6,6
50	5,7	6,1	6,2	6,4	5,7	5,8	6,2	6,4	5,6	5,9	6,2	6,5
61	5,6	6,0	6,3	7,0	5,6	6,1	6,3	6,6	5,7	5,9	6,3	6,7
64	5,9	6,4	6,6	6,5	5,7	6,0	6,2	6,4	5,7	6,1	6,4	6,8
68	5,8	7,0	6,6	7,0	5,9	6,1	6,3	6,6	5,7	6,1	6,4	6,7
74	5,9	5,9	6,7	6,8	6,1	6,2	6,3	6,5	6,0	6,2	6,4	6,7

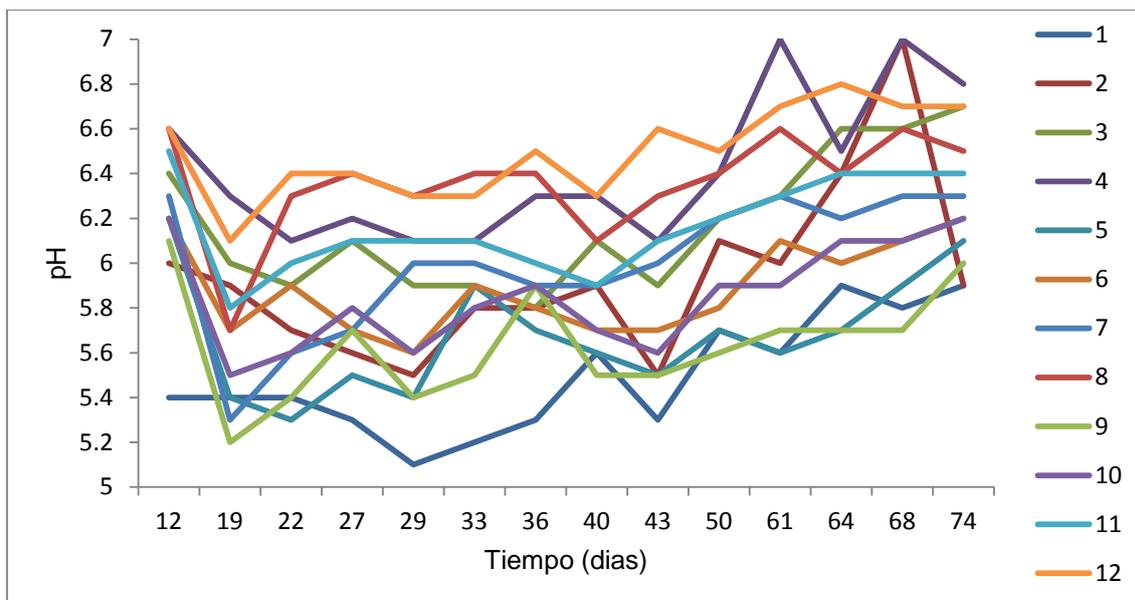


Figura 16. Evolución del pH en los diferentes ensayos evaluados

En la tabla 5 se presenta la caracterización química de las muestras de suelo terminado el período de asimilación de los subproductos incorporados para los tres tratamientos realizados; como puede verse, el carbón orgánico aumenta en función del nivel de incorporación para el tratamiento 1 desde 3,27% hasta 11,9%, en el tratamiento 2 desde 0,71% hasta 2,96% y para el tratamiento 3 reportó valores desde 1,68% hasta 8,86%. El contenido de hierro aumenta desde 242,6 ppm hasta 626 ppm dentro del tratamiento 1, desde 13,9 ppm hasta 44,6 ppm para el caso del tratamiento 2, y por último en el tratamiento 3 aumentó desde 57,5ppm hasta 375ppm. Simultáneamente el fósforo mostró un aumento desde 10,14 ppm hasta 44,4 ppm en el caso del tratamiento 1, desde 1,51 ppm hasta 9,20 ppm en el tratamiento 2 y para el tratamiento 3 aumentó desde 12,7 ppm hasta 19,3 ppm. Es importante resaltar que en la mayoría de los casos se ve un aumento progresivo en la concentración del elemento químico evaluado en los tratamientos a medida que aumenta el porcentaje de incorporación del subproducto.

En la tabla 6 se presenta la caracterización química de las muestras de suelo con subproductos incorporados una vez recolectado el material biológico de cultivo de cilantro magnum de los tres tratamientos realizados; como puede verse el carbono orgánico varía en el tratamiento 1 desde 1,35 % hasta 6,74 %, en el tratamiento 2 desde 0,56 % hasta 2,3 % y por último desde 1,17 % hasta un valor de 4,45 % en el tercer tratamiento. En el caso del hierro, éste aumenta desde 244 ppm hasta 586 ppm dentro del tratamiento 1, varía entre 28,2 ppm y 59,6 ppm en el segundo tratamiento, y entre 100 ppm y 461 ppm en el tratamiento 1. Por su parte el fósforo varía en el tratamiento 1 desde 2,91 ppm hasta 25,1 ppm, entre 1,91 ppm hasta 2,17 ppm en el tratamiento 2, y aumenta desde 1,87 ppm hasta 15 en el tratamiento 3.

Al comparar los resultados de las tablas 5 y 6 es decir al estudiar el efecto del cultivo en el suelo, se puede observar que la concentración de la mayoría de los elementos estudiados disminuyó a través del tiempo en cada uno de los tratamientos con incorporación de los subproductos, excepto el hierro que mostró un aumento en su concentración a lo largo del tiempo. Esto se debe a que elementos como el Fósforo son fijados en el suelo, y otros estuvieron disponibles para la asimilación por parte del cultivo de cilantro variedad magnum como es el caso del zinc.

Tabla 5. Caracterización química de los tratamientos evaluados terminado el período de asimilación

Tratamiento		T ₁				T ₂				T ₃				Testigo
Parámetro/Ensayo	Unidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
pH	-	5,2	5,6	6,2	6,3	5,4	5,8	6,10	6,50	5,50	5,90	6,30	6,30	5,60
Carbono Orgánico	%	3,27	7,19	9,32	11,9	0,71	0,71	2,39	2,96	2,10	1,68	3,19	8,86	0,09
C.I.C	cmol ⁺ .kg ⁻¹	12,24	16,9	22,4	25,2	11,8	11,8	11,2	12,4	11,5	16,6	13,3	14,5	13
P	Ppm	10,14	18,84	28,7	44,4	1,51	2,31	2,39	9,20	14,4	12,7	16,7	19,3	1,22
Ca	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3,71	3,82	4,94	6,27	4,52	5,57	5,55	5,50	3,55	3,72	4,71	5,52	2,54
Mg	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3,47	4	6,38	7,74	2,52	3,04	3,06	3,14	2,94	3,42	4,19	5,31	2,19
Na	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0,37	0,35	0,38	0,44	0,39	0,35	0,32	0,38	0,33	0,38	0,34	0,4	0,33
K	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0,6	2,5	4,34	5,52	1	1,75	1,77	2,3	1,10	1,91	2,82	4,1	0,41
BT	cmol ⁺ .kg ⁻¹	8,15	10,7	16	20	8,43	10,7	10,7	11,32	7,92	9,43	12,1	15,3	5,47
SB	%	66,6	63,14	71,4	79,4	71,4	90,7	95,5	91,3	68,9	56,8	90,7	>100	42,1
S	Ppm	2,87	4,5	6,34	19,5	2,66	2,18	2,09	4,54	2,31	2,73	4,39	8,72	<0,01
Fe	ppm	242,3	408	590	626	13,9	38,5	44,6	28,9	57,5	168	242	375	1,26
Mn	ppm	29	29,3	27,5	13,9	10,2	13	11,8	11,5	18,1	22,9	24,4	25,7	1,9
Cu	ppm	2,25	2,94	3,12	2,05	0,46	1,01	1,14	1,29	0,86	1,73	2,4	3,1	<0,01
Zn	ppm	1,45	1,75	2,21	2,02	2,96	1,66	1,35	2,42	1,35	1,44	1,85	2,5	0,77
B	ppm	0,47	0,83	1,34	3,7	0,29	4,49	0,60	0,81	0,35	0,45	1,07	1,12	0,15
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0,78	-	-	-	1,13	-	-	-	1,14	-	-	-	-
Ca/Mg	-	1,07	0,96	0,77	0,81	1,79	1,83	1,81	1,75	1,20	1,09	1,12	1,1	1,16
Ca+Mg/K	-	12	3,13	2,6	2,54	7,04	4,92	4,86	3,75	5,90	3,73	3,16	2,64	11,5
Mg/K	-	5,8	1,6	1,47	1,4	2,52	1,73	1,73	1,36	2,67	1,79	1,49	1,29	5,34

Tabla 6. . Caracterización química de los tratamientos evaluados recolectado el material biológico.

Tratamiento		T ₁				T ₂				T ₃				Testigo
Parámetro/Ensayo	Unidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
pH	-	5,8	6	6,5	6,7	6,1	6,5	6,7	6,9	6,4	6,1	6,7	6,5	5,8
Carbono Orgánico	%	1,35	3,07	4,09	6,74	0,56	0,56	1,6	2,3	1,17	2,56	3,08	4,45	0,11
C.I.C	cmol ⁺ .kg ⁻¹	16,1	22,4	19,8	32,6	17,1	10,7	11,5	13,2	16	13,7	17,9	22	14,6
P	Ppm	2,91	12,8	23,5	25,1	1,93	2	2,17	1,91	1,87	2,74	7,26	15	1,11
Ca	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4,06	4,39	5,22	6,75	8,79	5,46	6,14	6,49	4,76	3,68	6,67	6,51	3,48
Mg	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2,89	3,62	4,3	3,92	2,47	2,48	2,48	2,55	2,47	2,44	3,46	3,9	1,79
Na	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0,16	0,15	0,19	0,35	0,27	0,13	0,19	0,16	0,18	0,13	0,25	0,3	0,19
K	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1,14	1,79	2,51	3,32	0,72	1,31	1,33	1,43	0,87	1,18	1,74	2,22	0,35
BT	cmol ⁺ .kg ⁻¹	8,25	9,95	12,2	14,3	12,2	9,38	10,1	10,6	8,28	7,43	12,1	12,9	5,81
SB	%	51,2	44,4	61,7	43,9	71,6	87,6	88,1	80,5	51,7	54,2	67,71	58,7	39,7
S	ppm	3,14	4,45	8,9	7,05	3,62	1,34	1,55	3,46	2	3,1	3,17	5,19	4,17
Fe	ppm	244	479	466	586	28,2	59,6	42,4	31,9	100	231	355	461	1,32
Mn	Ppm	22,2	23,8	1,6	5,2	12,2	13,2	9,5	11,4	21,7	22,9	19,3	12,5	1,8
Cu	Ppm	2,52	4,45	3,33	1,97	0,92	1,83	1,62	1,79	1,61	3,48	4	4,38	0,3
Zn	ppm	1,4	1,92	1,77	2,12	1,3	1,14	1,19	2,36	1,46	1,47	1,83	2,77	0,75
B	Ppm	0,22	0,99	2,63	0,85	0,4	0,48	0,47	0,55	0,36	0,68	0,79	0,43	<0,01
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca/Mg	-	1,40	1,21	1,21	1,72	3,55	2,20	2,47	2,54	1,92	1,5	1,92	1,66	1,94
Ca+Mg/K	-	6,09	4,47	3,79	3,21	15,6	6,06	6,48	6,32	8,31	5,18	5,82	4,68	15
Mg/K	-	2,53	2,02	1,71	1,18	3,43	1,89	1,86	1,78	2,83	2,06	1,98	1,75	5,11

Las tablas 7 y 8 muestran los resultados de los análisis de textura que se realizaron terminado el período de asimilación y después de la siembra del cilantro en el suelo testigo y los ensayos, allí se observa que el único ensayo que presentó variación de textura en éste espacio de tiempo fue el E₉ que inicialmente se describe como franco limoso y al finalizar es un franco arenoso, E₉ es el tratamiento que incorpora la mezcla de cisco más borras en un nivel de incorporación del 20% la diferencia de textura se puede dar a que la muestra tomada para el análisis después de la siembra tuviese una concentración mayor.

Tabla 7. Textura de los tratamientos a los 75 de asimilación

Ensayo	Textura
1	Franco arenosa
2	Franco arenosa
3	Franco arenosa
4	Franco arenosa
5	Franco limosa
6	Franco limosa
7	Franco arenosa
8	Franco arenosa
9	Franco limosa
10	Franco arenosa
11	Franco arenosa
12	Franco arenosa
13	Franco limosa

Tabla 8. Textura de los tratamientos recolectado el material biológico

Ensayo	Textura
1	Franco arenosa
2	Franco arenosa
3	Franco arenosa
4	Franco arenosa
5	Franco limosa
6	Franco limosa
7	Franco arenosa
8	Franco arenosa
9	Franco arenosa
10	Franco arenosa
11	Franco arenosa
12	Franco arenosa
13	Franco limosa

En las tablas 9 y 10 se presentan los resultados de la determinación del color en seco y húmedo para el suelo y los tratamientos 1, 2 y 3 terminado el período de asimilación de los subproductos de café y terminado el ciclo vegetativo del cultivo de cilantro. Los colores reportados entre los dos tiempos presentan cambios indicando un aumento de materia orgánica puesto que todos subieron de tonalidad y pureza en el color.

Tabla 9. Color de los tratamientos a los 75 días de incorporación

Ensayo	Color	
	Seco	Húmedo
1	6/6 Brownish yellow	5/4 Yellowish Brown
2	6/2 Light brownish gray	5/3 Brown
3	3/2 Very dark grayish Brown	3/2 Very dark grayish brown
4	3/2 Very dark grayish Brown	2/1 Black
5	7/6 Reddish yellow	6/8 Reddish yellow
6	6/8 Browish yellow	5/8 Strong Brown
7	5/6 Light olive Brown	4/4 Dark Brown
8	5/4 Light olive Brown	4/4 Dark Brown
9	6/8 Browish yellow	5/4 Brown
10	7/4 Very pale Brown	3/4 Dark yellowish brown
11	5/7 Yellowish	2/2 Very dark Brown
12	5/2 Grayish Brown	2/1 Black
13	7/8 Reddish yellow	5/8 Strong Brown

Tabla 10. Color de los tratamientos recolectado el material biológico

Ensayo	Color	
	Seco	Húmedo
1	6/4 Brown	4/4 Dark Brown
2	5/4 Yellowish Brown	3/3 Dark Brown
3	5/2 Grayish Brown	2/2 Very dark Brown
4	3/2 Very dark grayish Brown	2/1 Black
5	7/6 Reddish yellow	5/8 Strong Brown
6	7/4 Pink	4/4 Dark Brown
7	7/6 Yellowish	4/4 Dark Brown
8	6/4 Ligth yellowish Brown	3/4 Dark Brown
9	7/6 Reddish yellow	4/6 Strong Brown
10	7/4 Very pale brwon	5/4 Yellowish Brown
11	6/4 Ligth yellowish Brown	3/4 Dark brown yellowish
12	5/2 Grayish Brown	2/1 Black
13	7/8 Reddish yellow	6/8 Redish yellow

En la figura 17 se observan las curvas de retención de humedad del suelo para cada uno de los ensayos evaluados, medida una vez terminado el ciclo vegetativo del cultivo; como puede verse, con relación al suelo testigo (tratamiento 13) se observa que la retención de humedad en el suelo mejora en todos los tratamientos evaluados, siendo el que mejores condiciones ofrece el tratamiento 1 con un nivel de incorporación del 40 de subproducto, resultado una retención de humedad del suelo del orden del 30% a capacidad de campo.

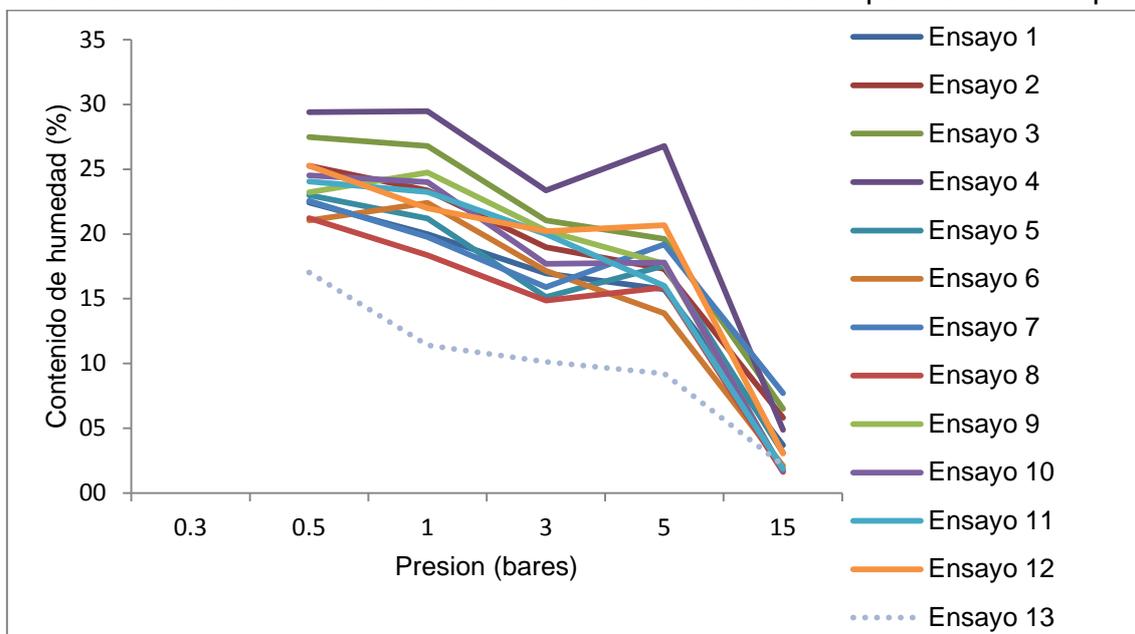
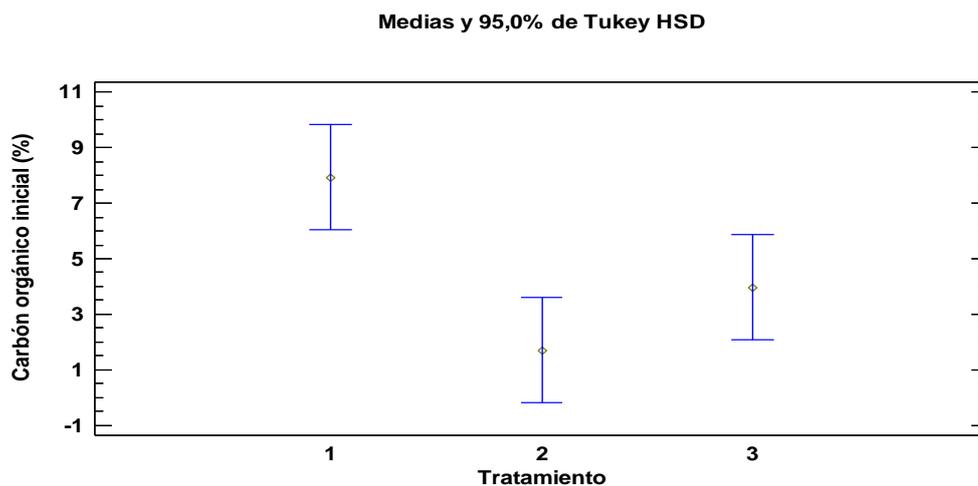
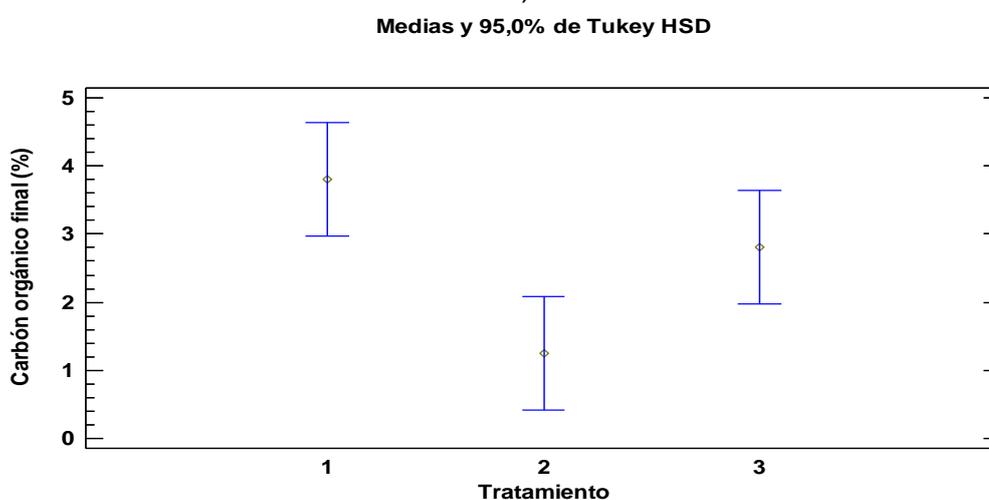


Figura 17. Curva de retención humedad de los ensayos evaluados.

En la figura 18 se presenta el gráfico de medias utilizando la prueba HSD de Tukey para la incorporación del carbón orgánico en los tratamientos evaluados, finalizado el período de asimilación de los sustratos (18a) y recogido el material biológico (18b), se observan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre T_1 y T_2 , T_1 y T_3 y esta tendencia se mantiene en ambos casos. De manera general es importante resaltar que los valores obtenidos de incorporación de carbono orgánico son superiores a los encontrados en el suelo testigo que estuvo del orden del 0.09%; se observa la pérdida de concentración del carbón orgánico en el suelo durante el cultivo para el tratamiento T_1 el promedio fue de 7.92% (Figura 14a) y el T_1 después de la cosecha fue de 3.81% (Figura 14b), lo cual se puede inferir que la planta dispuso de éste para el desarrollo de su ciclo vegetativo.



a)



b)

Figura 18. a) Fijación del carbono orgánico en función del tratamiento finalizado el período de asimilación, b) Fijación del carbono orgánico en función del tratamiento recolectado el material biológico.

En la figura 19 se observa el gráfico de interacciones resultante del análisis del efecto conjunto de tratamiento y nivel de incorporación sobre el carbono orgánico, terminado el período de asimilación; se ve en los tres tratamientos un aumento progresivo encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los niveles de incorporación y entre los tratamientos, siendo más efectiva la incorporación para el tratamiento 1 y para el nivel de incorporación del 40% que alcanzó un valor del 11,9% de carbono orgánico. Los valores de carbono orgánico encontrados para este estudio después del período de asimilación resultaron mayores que los reportados por Hontoria *et al* (2004) principalmente para los casos con niveles de incorporación de subproductos mayores e iguales al 30%.

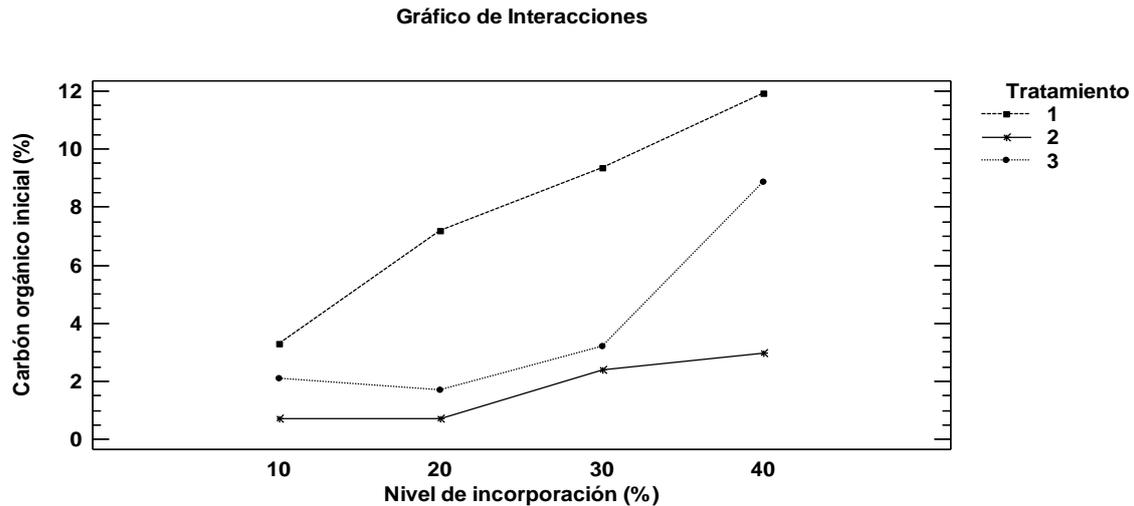
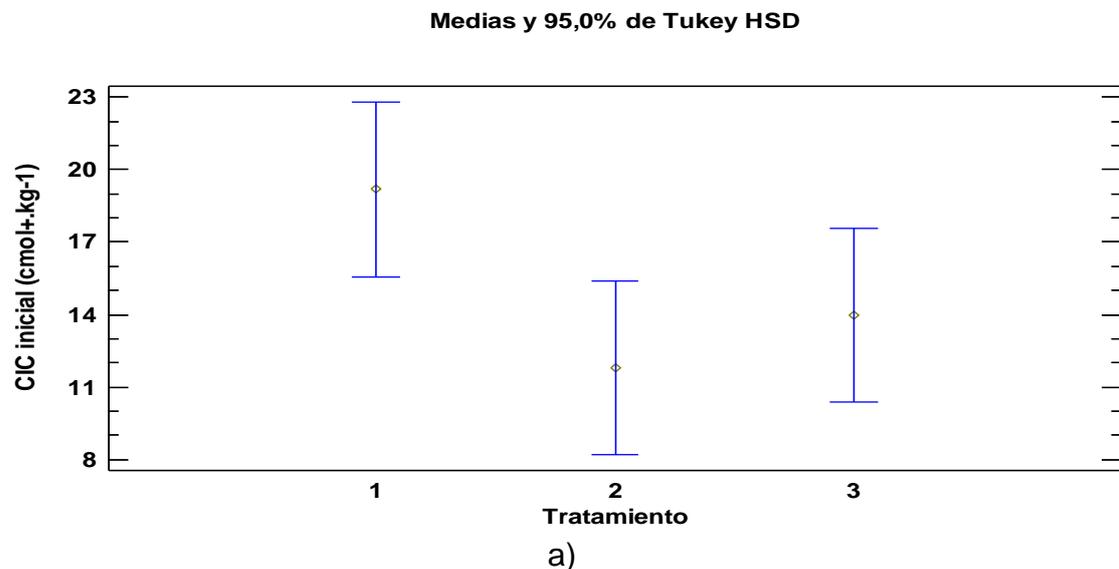


Figura 19. Gráfico de interacciones del carbón orgánico terminado el período de asimilación.

En la figura 20 se presenta el gráfico de medias utilizando la prueba HSD de Tukey para la variación de la capacidad de intercambio catiónico en los tratamientos evaluados, finalizado el período de asimilación de los sustratos (Figura 20a) y recogido el material biológico (Figura 20b), presentando diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamiento T_1 y T_2 . Se observa que se presenta la misma tendencia en los dos gráficos donde la capacidad de retención de cationes sigue en aumento al terminar el ciclo vegetativo del cultivo, La media del tratamiento T_1 es $19,19 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, $11,8 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ para el caso del tratamiento T_2 , y $13,98 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ para T_3 (Figura 20a), al inicio del ciclo vegetativo del cultivo de cilantro variedad magnum, y $22,73 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ para T_1 , $13,13 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ en el tratamiento T_2 y $17,4 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Figura 20b) una vez cosechado el material biológico.



Medias y 95,0% de Tukey HSD

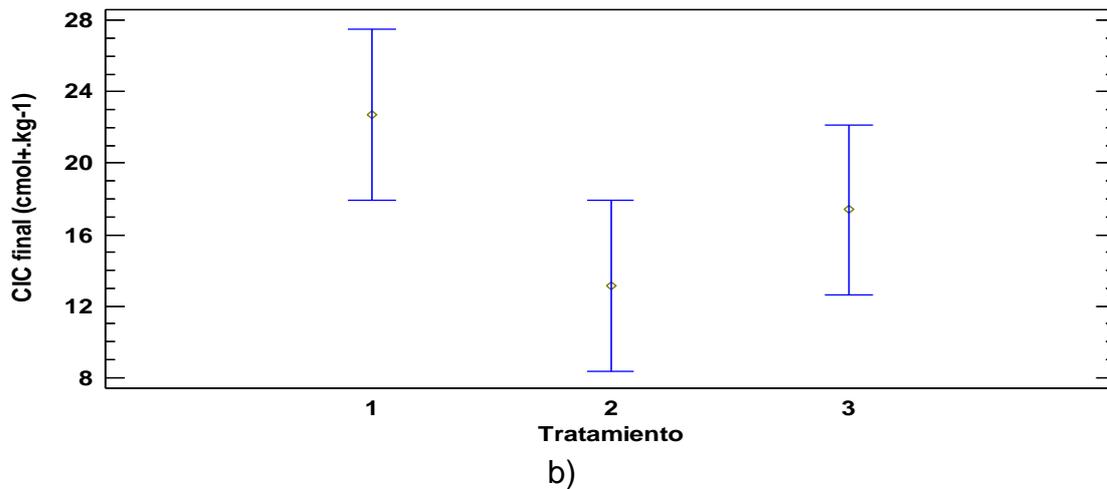


Figura 20. a) Fijación de la CIC en función del tratamiento finalizado el período de asimilación b) Fijación de la CIC en función del tratamiento recolectado el material biológico.

En la figura 21 se observa el gráfico de interacciones resultante del análisis del efecto conjunto de tratamiento y nivel de incorporación sobre la capacidad de intercambio catiónico una vez finalizado el período de asimilación. Se observa aumento progresivo en el tratamiento T₁ desde 12,24 cmol+.kg⁻¹ hasta 25,2 cmol+.kg⁻¹ a medida que aumenta el nivel de incorporación mientras el tratamiento T₂ muestra poca variación entre los niveles de incorporación oscilando desde 11,2 cmol+.kg⁻¹ hasta 12,4 cmol+.kg⁻¹ y una variación intermitente entre los diferentes niveles de incorporación del tratamiento T₃ que inicia en 11,5 cmol+.kg⁻¹ aumenta hasta 16,6 cmol+.kg⁻¹, disminuye nuevamente a 13,3 cmol+.kg⁻¹ y por último aumenta a 14,5 cmol+.kg⁻¹. Los valores de CIC según García *et al.* (2009) en suelos francos varían entre 5 -15 cmol+.kg⁻¹, de acuerdo a esto y comparado con los datos de textura de la tabla 11, no coinciden con los obtenidos en los ensayos de la investigación, puesto que, si bien algunos están dentro del rango no corresponden a la misma textura una vez realizada la caracterización física. La cantidad más efectiva de cationes que pueden ser retenidos por los suelos, la proporciona la incorporación del tratamiento 1 y con el nivel de incorporación del 40%, esta tendencia se mantiene terminado el ciclo del cultivo.

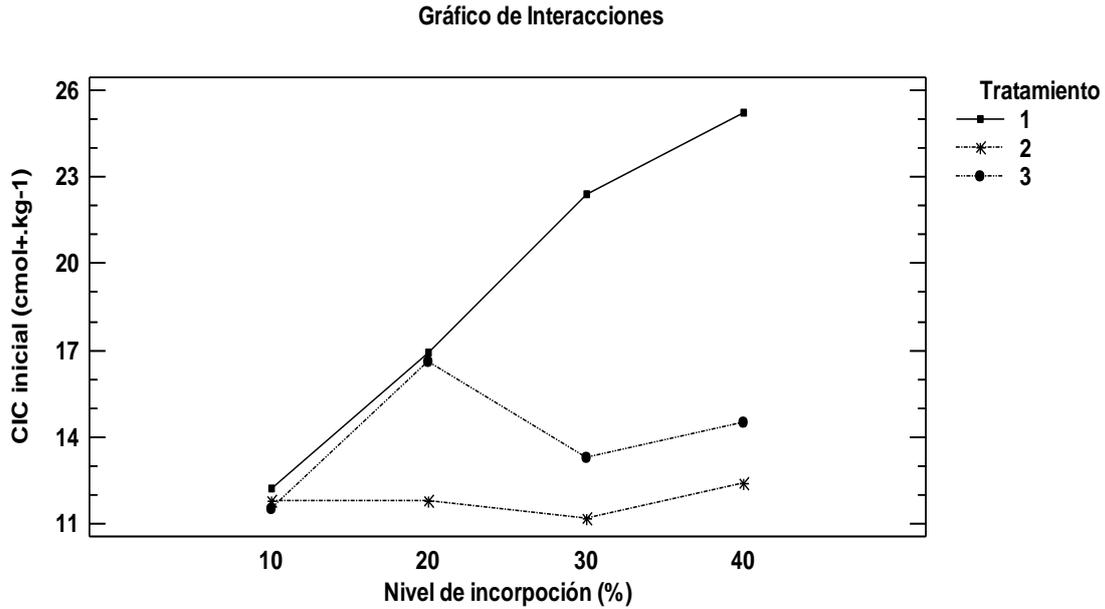


Figura 21. Gráfico de interacciones de la capacidad de intercambio catiónico CIC terminado el período de asimilación.

En la figura 22 se presenta el gráfico de medias utilizando la prueba HSD de Tukey para la incorporación del Fósforo terminado el período de asimilación, donde existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos 1 y 2 siendo el tratamiento T_1 el de mayor aporte con un valor medio de 25,52 ppm. Por otro lado el de menor aporte es el T_2 que, si bien aumenta progresivamente a medida que aumenta el nivel de incorporación, presenta un valor medio de 3,85 ppm.

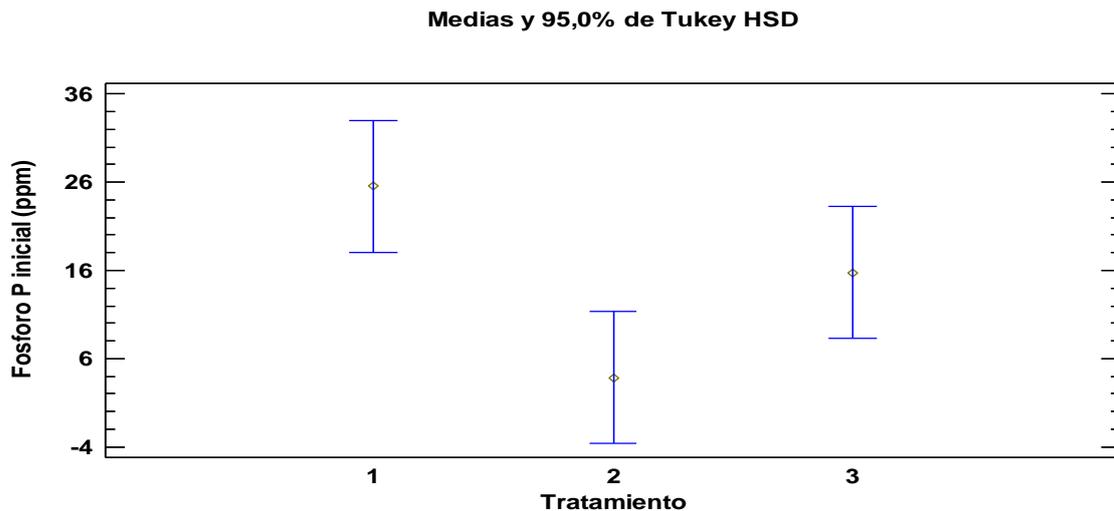


Figura 22. Fijación del Fósforo en función del tratamiento finalizado el período de asimilación.

En la figura 23 se observa el gráfico de interacciones resultante del análisis del efecto conjunto de tratamiento y nivel de incorporación sobre el calcio para la incorporación de calcio una vez finalizado el período de asimilación de los sustratos, no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, en el análisis se observa que el tratamiento T_1 tiene un aumento progresivo desde $3,71 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ hasta $6,27 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ siendo este último el valor más alto de concentración de calcio encontrado en el suelo antes de realizar la siembra. De otra parte el tratamiento T_3 también presentó aumento progresivo reportando un valor máximo $5,52 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, siendo también uno de los mayores aportantes de calcio al suelo.

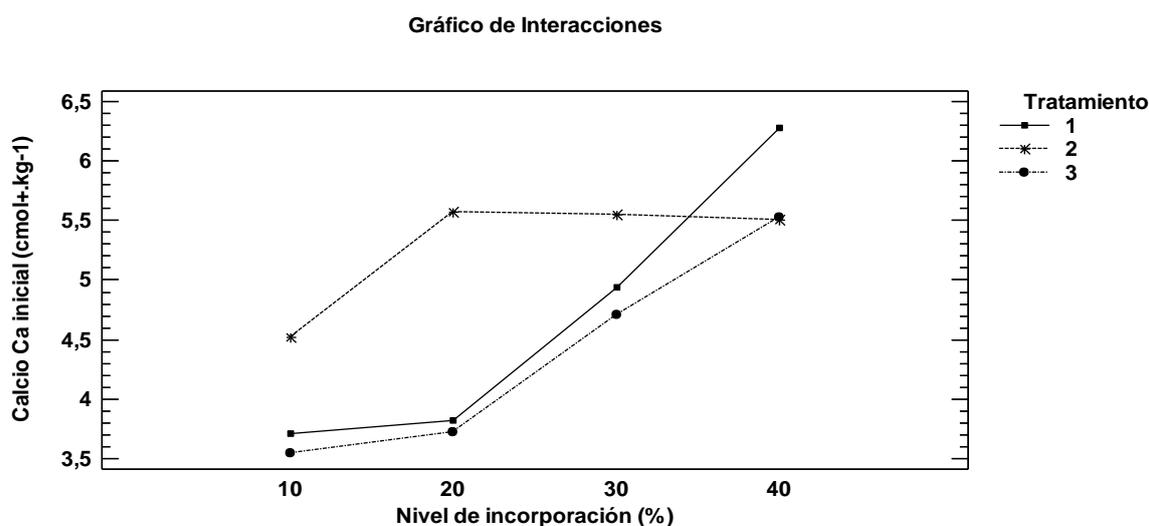


Figura 23. Gráfico de interacción del calcio finalizado el período de asimilación.

En la figura 24 se observa el gráfico de interacciones resultante del análisis del efecto conjunto de tratamiento y nivel de incorporación sobre el calcio una vez recolectado el material biológico de los sustratos, no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, el tratamiento T_1 es el único que muestra un aumento progresivo que va desde $4,06 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ hasta $6,75 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$. Por su parte los dos tratamientos restantes T_2 y T_3 muestran variaciones intermitentes mostrando un valor de $8,79 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ en el T_2 con 10% de incorporación como el valor más alto y $3,68 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ para T_3 con 20% de incorporación como el valor más bajo.

Gráfico de Interacciones

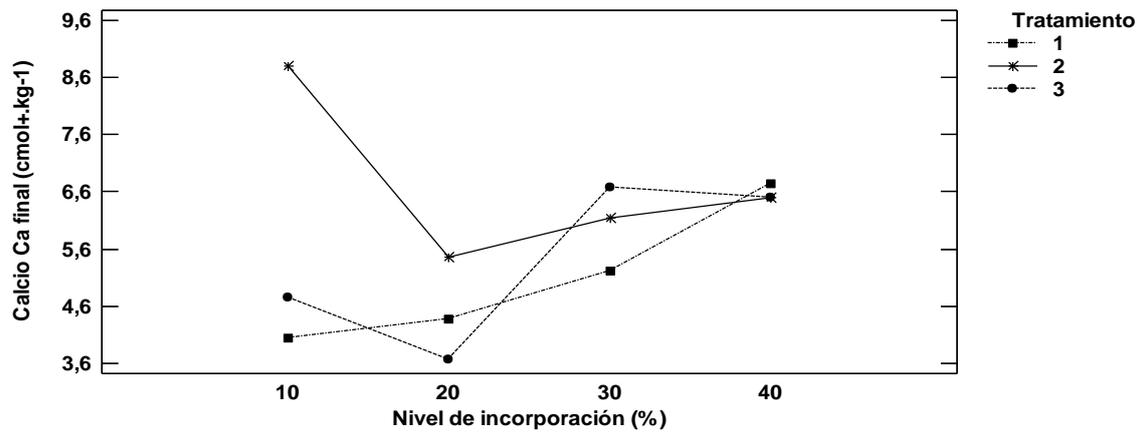
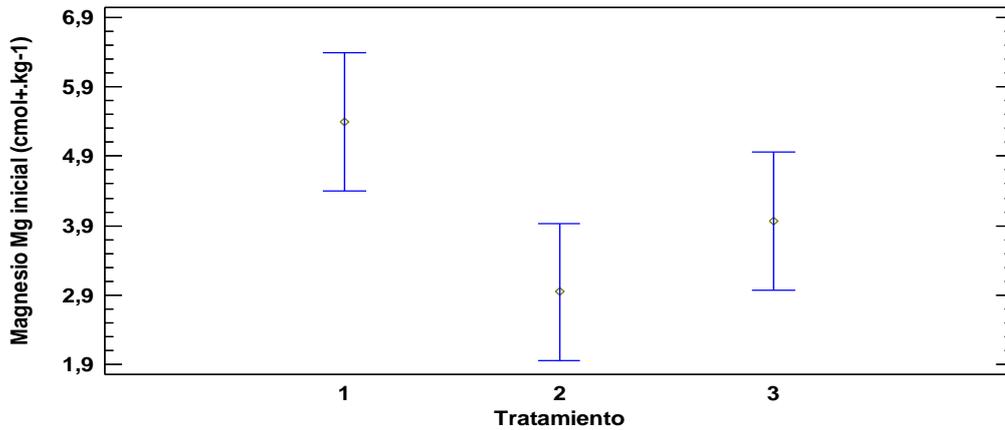


Figura 24. Gráfico de interacción del calcio recolectado el material biológico.

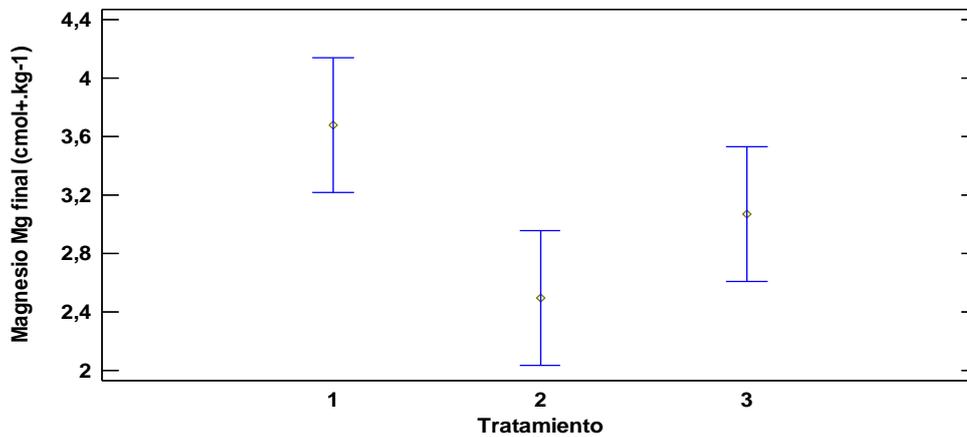
En la figura 25 se presenta el gráfico de medias utilizando la prueba HSD de Tukey para la incorporación de magnesio en los tratamientos evaluados terminado el período de asimilación (Figura 25a) y también recolectado el material biológico (Figura 25b), observando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos 1 y 2 en ambos tiempos; es de importancia resaltar que los tratamientos presentan valor más alto que el del suelo testigo que tuvo un valor de $2.19 \text{ cmol+.kg}^{-1}$. El tratamiento que arrojó el valor de mayor concentración de magnesio en el suelo fue el tratamiento T₁ con borra de café con valores promedio de $5,4 \text{ cmol+.kg}^{-1}$ una vez finalizado el período de incorporación y de $3,68 \text{ cmol+.kg}^{-1}$ al momento de recolectar el cilantro. Al comparar los dos gráficos de media de la figura 21 se infiere que el comportamiento entre tratamientos es similar, presentando una menor concentración de magnesio en los sustratos terminado el ciclo vegetativo del cultivo. Según la clasificación reportada por Rioja (2002) todos los tratamientos en sus diferentes niveles de incorporación tienen un contenido de magnesio alto y muy alto una vez finalizado el período de asimilación (Figura 25a), mientras una vez cosechado el cilantro variedad magnum los tratamientos mostraron que tienen un contenido normal, alto y/o muy alto (Figura 25a).

Medias y 95,0% de Tukey HSD



a)

Medias y 95,0% de Tukey HSD



b)

Figura 25. a) Fijación del magnesio en función del tratamiento finalizado el período de asimilación b) Fijación del magnesio en función del tratamiento recolectado el material biológico.

En la figura 26 se observa el gráfico de interacciones resultante del análisis del efecto conjunto de tratamiento y nivel de incorporación sobre el sodio terminado el período de asimilación y también una vez recolectado el material biológico, se presenta la misma tendencia en los dos gráficos de medias encontrando que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, muestra además disminución en la concentración del sodio en el tiempo. La clasificación de los suelos según Rioja (2002) indica que los tres tratamientos se encuentran en un nivel bajo de sodio ya que varía entre $0,32 \text{ cmol+.kg}^{-1}$ y $0,44 \text{ cmol+.kg}^{-1}$ en el caso de los análisis realizados una vez finalizado el período de asimilación (Figura 26a), del mismo modo una vez cosechado el material biológico el nivel de sodio se considera bajo y muy bajo ya que el valor más alto registrado fue de $0,35 \text{ cmol+.kg}^{-1}$ (Figura 26b).

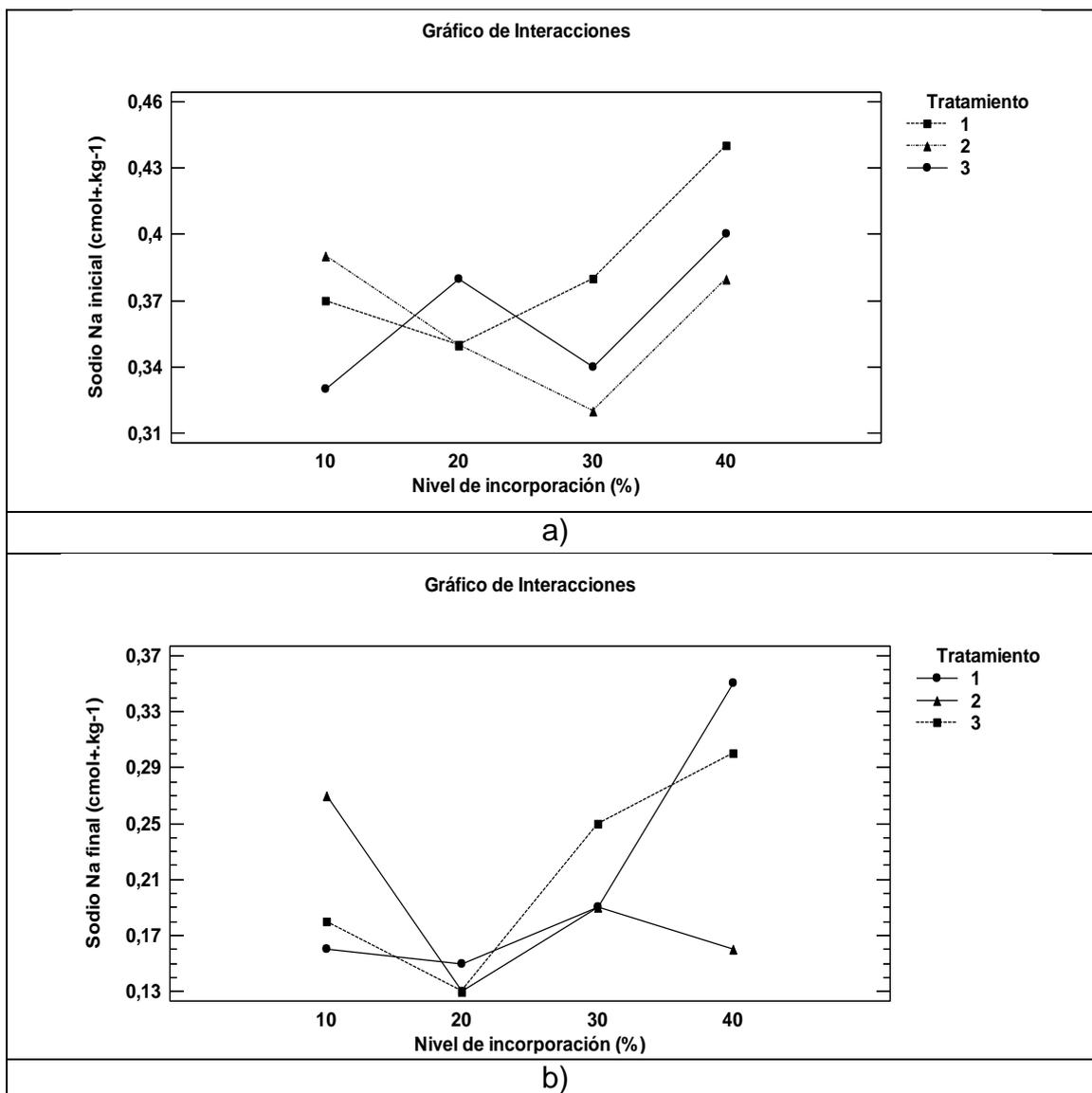
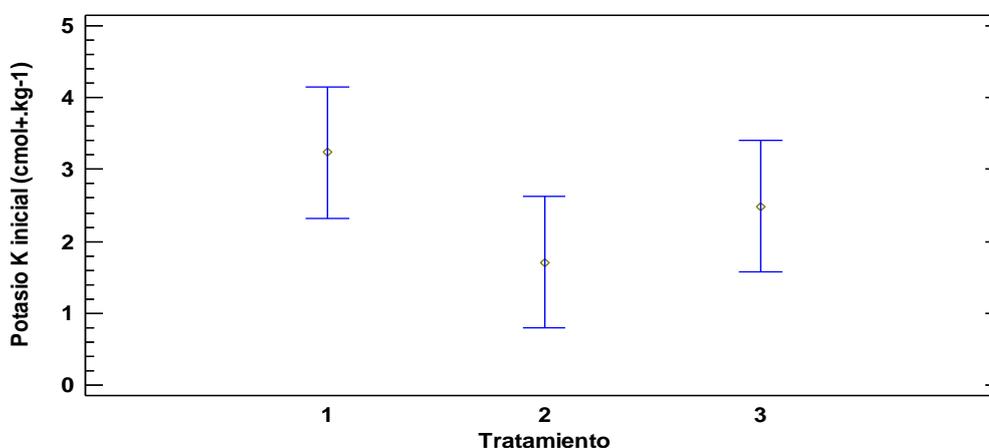


Figura 26. a) Gráfico de interacción del sodio terminado el período de asimilación b) Gráfico de interacción del sodio recolectado el material biológico.

En la figura 27 se presentan los gráficos de medias, utilizando la prueba HSD de Tukey, para la incorporación del potasio terminado el período de asimilación y también una vez recolectado el material biológico, donde se presentan diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos 1 y 2 antes de realizar la siembra (Figura 27a) y diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos 1 y 3, 1 y 2 una vez recolectado el material biológico (Figura 27b). Es de importancia resaltar que todos los tratamientos presentaron una disminución de la concentración del potasio terminado el ciclo vegetativo del cultivo. Al clasificar los sustratos según la concentración del potasio reportado por Rioja (2002) se puede inferir que el suelo tenía un nivel de potasio desde normal hasta muy alto ya que el valor más bajo registrado es de $0,6 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ y $5,54 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ entre los tres

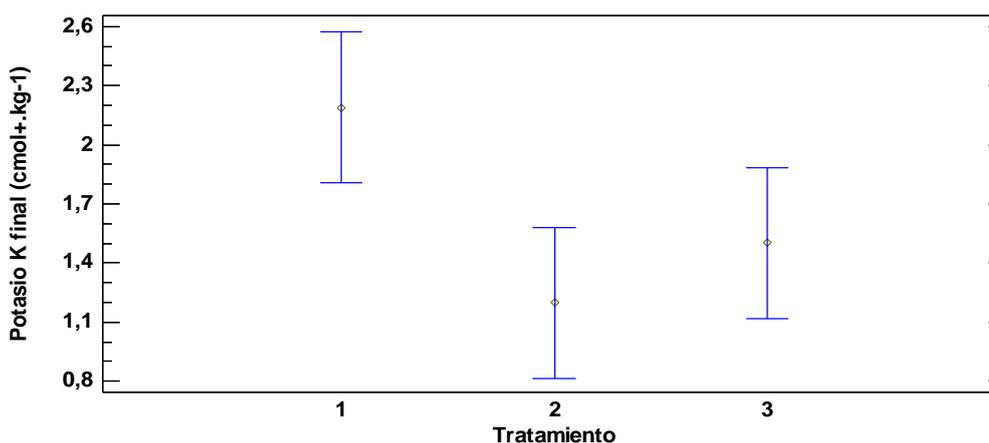
tratamientos tanto antes como después de realizar la siembra y cosechar el cilantro.

Medias y 95,0% de Tukey HSD



a)

Medias y 95,0% de Tukey HSD



b)

Figura 27. a) Fijación del potasio en función del tratamiento finalizado el período de asimilación b) Fijación del potasio en función del tratamiento recolectado el material biológico.

En la figura 28 se observa el gráfico de interacciones resultante del análisis del efecto conjunto de tratamiento y nivel de incorporación sobre el azufre terminado el período de asimilación donde se presentan diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos 1 y 2, por otra parte los tratamientos 1 y 3 aumentan progresivamente en la medida en la que aumentan los niveles de incorporación. Siendo los ensayos de ambos tratamientos con niveles de 40% de incorporación del subproducto los que reportan los valores más altos: 19,5 ppm y 8,72 ppm respectivamente. El tratamiento 2 muestra una ligera disminución de la concentración de azufre a medida que aumenta el porcentaje de incorporación excepto en el de 40 % que

aumenta nuevamente hasta 4,54 ppm. Los tratamientos con mayor porcentaje de borras incorporado, es decir, 30 y 40% refieren un nivel bajo de azufre, mientras que los tratamientos restantes se consideran dentro de un nivel muy bajo (López y López, 1990).

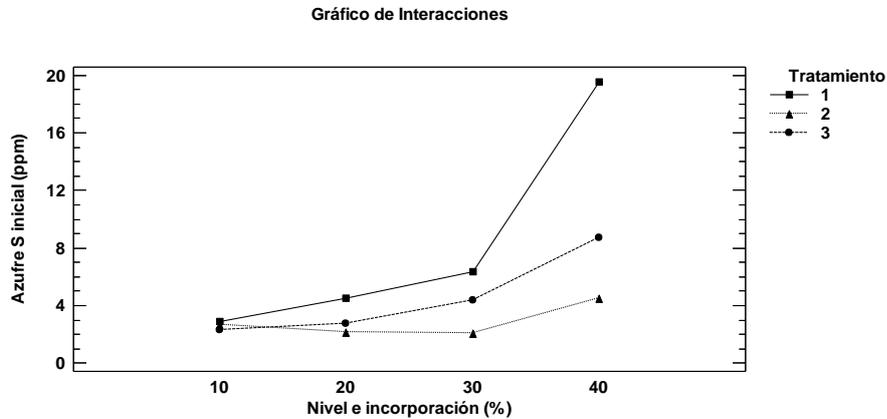


Figura 28. Gráfico de interacciones del azufre terminado el período de asimilación.

En la figura 29 se observa el gráfico de interacciones resultante del análisis del efecto conjunto de tratamiento y nivel de incorporación sobre el azufre una recolectado el material biológico donde se presentan diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos 1 y 2. El tratamiento 2 muestra variación intermitente con un valor medio de 2,49 ppm, a diferencia del mismo, los tratamientos 1 y 3 aumentan progresivamente a medida que aumenta el nivel de incorporación pero muestran disminución a lo largo del tiempo. El valor más alto registrado es de 8,9 ppm, se trata del tratamiento 1 en el nivel de incorporación de 30%. Todos los valores encontrados se clasifican dentro de los rangos medio y bajo López y López (1990), ya que están por debajo 10 ppm.

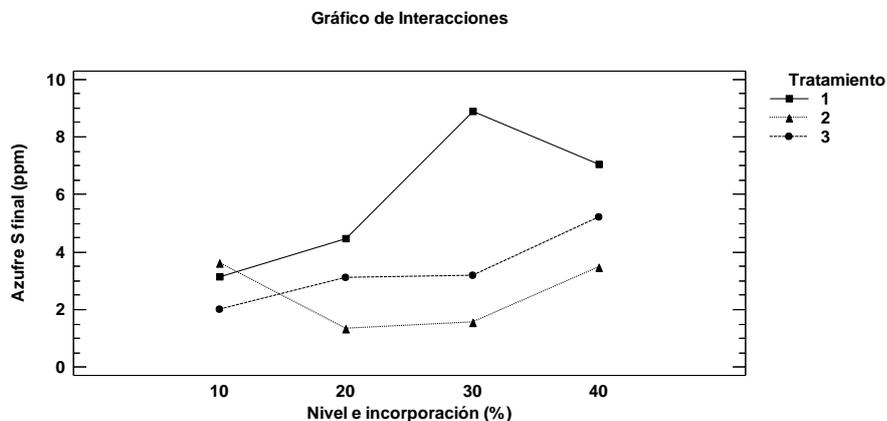


Figura 29. Gráfico de interacciones del azufre recolectado el material biológico. En la figura 30 se presenta el gráfico de medias utilizando la prueba HSD de Tukey para la incorporación de hierro en función de los tratamientos evaluados terminado el período de asimilación; como puede observarse se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre todos los tratamientos evaluados, es importante resaltar que la mayor fijación de hierro se da en el tratamiento 1 con una media de 466 ppm, lo que puede ser un índice de toxicidad del suelo ya que están por encima del valor reportado por López y López (1990), en consecuencia se recomienda realizar las incorporaciones de los tratamientos 2 y 3 en suelos con bajas concentraciones de hierro, teniendo en cuenta que, según López y López (1990) los niveles inusualmente altos de estos metales indicarán contaminación natural relacionada con mineralizaciones metálicas (p.e. sulfuros), o alternatively, contaminación antrópica.

Medias y 95,0% de Tukey HSD

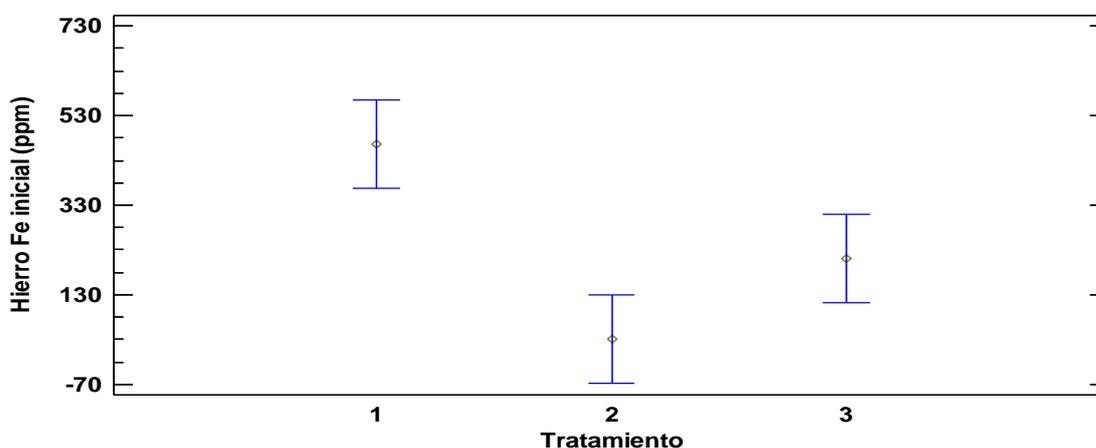


Figura 30. Fijación del hierro en función del tratamiento finalizado el período de asimilación.

En la figura 31 se presenta el gráfico de medias, utilizando la prueba HSD de Tukey para la fijación de hierro en función de los tratamientos evaluados una vez recolectado el material biológico; como puede observarse se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos 1 y 2 evaluados, se resalta que al comparar las tendencias con el gráfico de medias de la figura 30 son similares reportando una disminución en la concentración fijada de hierro en los tratamientos, que puede ser consecuencia de la absorción del nutriente por el cultivo.

Medias y 95,0% de Tukey HSD

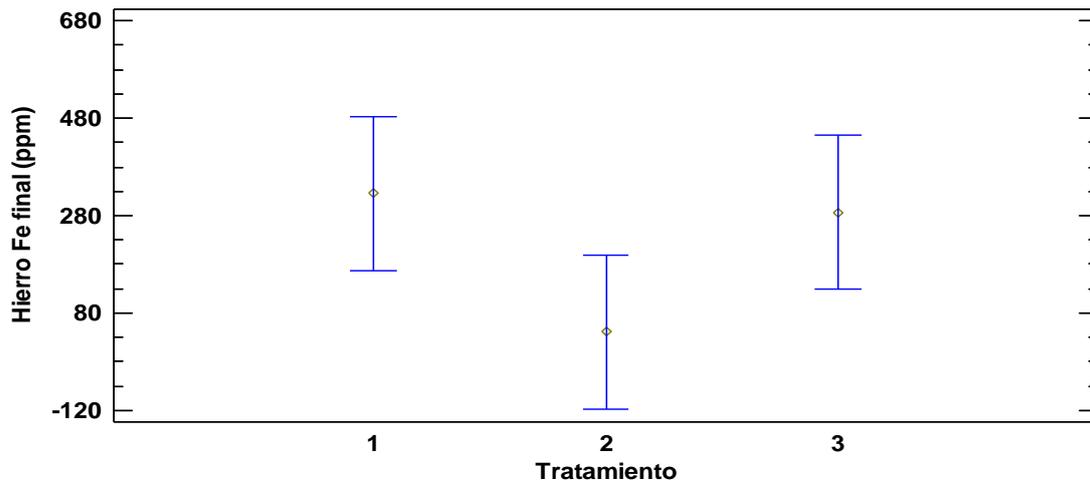


Figura 31. Fijación del hierro en función del tratamiento recolectado el material biológico.

En la figura 32 se presenta el gráfico de medias utilizando la prueba HSD de Tukey para la incorporación de manganeso en función de los tratamientos evaluados terminado el período de asimilación; como puede observarse no se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados.

Medias y 95,0% de Tukey HSD

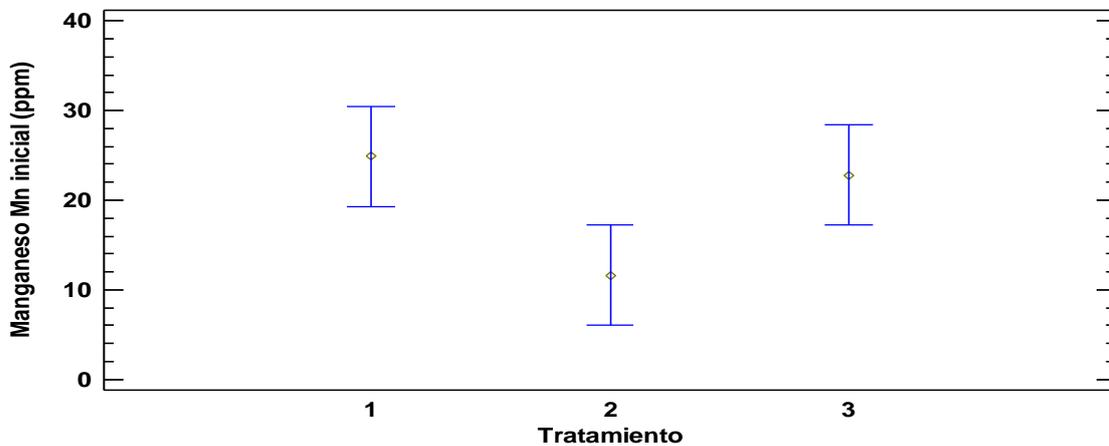


Figura 32. Fijación del manganeso en función del tratamiento terminado el período de asimilación.

En la figura 33 se presenta el gráfico de medias, utilizando la prueba HSD de Tukey para la incorporación de cobre en función de los tratamientos terminado el período de asimilación, como puede observarse se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos 1 y 2, 2 y 3. Es importante resaltar que los tratamientos presentaron aumento del nivel de

Cobre durante el período de asimilación de los subproductos. Se resalta en forma general la importancia de este elemento ya que participa en la fotosíntesis y en el metabolismo de las proteínas por parte del cultivo según García-Serrano, *et al*, 2010.

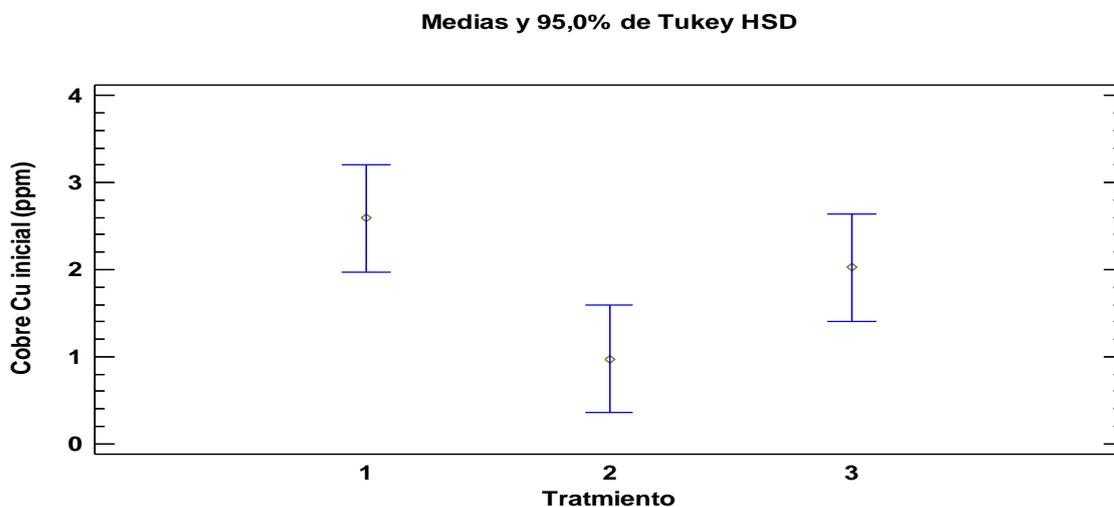


Figura 33. Fijación del cobre en función del tratamiento terminado el período de asimilación

En la figura 34 se presenta el gráfico de medias, utilizando la prueba HSD de Tukey para la incorporación de cobre en función de los tratamientos recolectado el material biológico, como puede observarse se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos 2 y 1, 2 y 3, se destaca en manera general que comparando con el gráfico de medias de la figura 29 el suelo y los tratamientos siguen incorporando el cobre. Según lo reportado por López y López, 1990 el suelo se clasifica como nivel bajo, mientras que los valores encontrados en los 12 ensayos restantes se consideran de nivel alto.

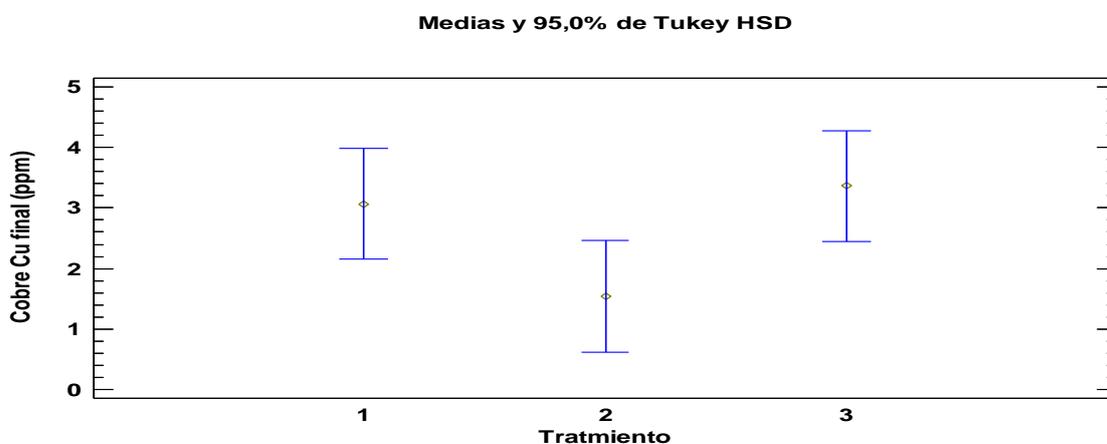


Figura 34. Fijación del cobre en función del tratamiento recolectado el material biológico.

En la figura 35 se presenta el gráfico de medias, utilizando la prueba HSD de Tukey para la incorporación de zinc en función de los tratamientos terminado el período de asimilación, como puede observarse no se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. Es importante resaltar que se presentó un incremento en la concentración del zinc en todos los ensayos respecto al suelo testigo que reporto un valor de 0.77 ppm; lo cual fundamental en la formación de auxinas, que son las hormonas del crecimiento (García-Serrano *et al.* 2010).

Medias y 95,0% de Tukey HSD

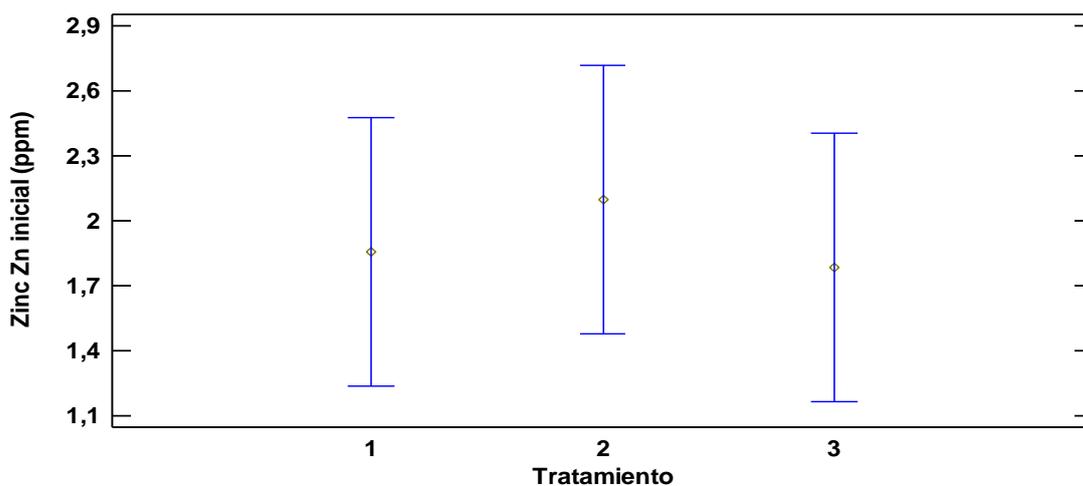


Figura 35. Fijación del zinc en función del tratamiento terminado el período de asimilación

En la figura 36 se presenta el gráfico de medias, utilizando la prueba HSD de Tukey para la incorporación de zinc en función de los tratamientos terminado recolectado el material biológico, como puede observarse no se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. Al comparar con el gráfico de medias de la figura 31 encontramos que en algunos ensayos de los tratamientos T_1 y T_2 se continuó el proceso de asimilación del elemento por el suelo. Los tratamientos que contienen subproductos arrojaron niveles altos de zinc, es decir, por encima de 1.00 ppm, según López y López (1990).

Medias y 95,0% de Tukey HSD

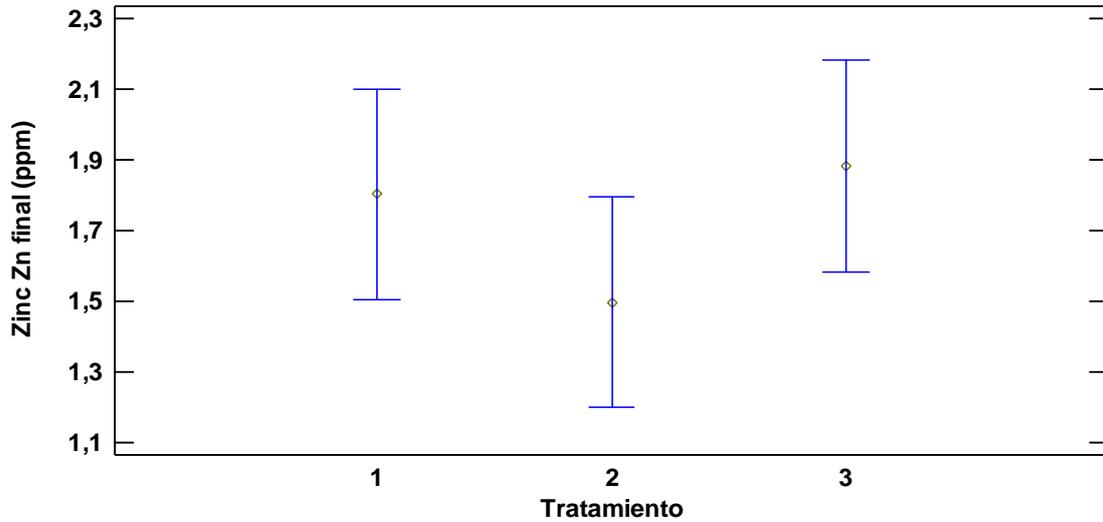


Figura 36. Fijación del zinc en función del tratamiento recolectado el material biológico.

En la tabla 11 se presentan las medias y desviaciones estándar de los resultados de la germinación para cada uno de los 13 ensayos evaluados, como puede observarse las mayores germinaciones se consiguen en el tratamiento 4 y tratamiento 11 en los primeros ocho días después de la siembra; de la misma forma los menores niveles de germinación se presentaron en los tratamientos 8 y 10 en los primeros ocho días después de la siembra; los ensayos 1 y 13 no presentaron germinación en el mismo período de tiempo, aunque la germinación se dio después del día 15; este resultado puede ser atribuido a que los tratamientos con mayor germinación están asociados a mayores niveles de incorporación de carbón orgánico.

Tabla 11. Medias de germinación en función del ensayo realizado.

Ensayo	Germinación %
1	0±0 ^a
2	32,5±20,58 ^{bc}
3	22,5±24,86 ^{abc}
4	42,5±26,48 ^c
5	27,5±24,86 ^{abc}
6	25,0±26,35 ^{abc}
7	20,0±19,72 ^{abc}
8	2,5±7,90 ^a
9	22,5±14,19 ^{abc}
10	10,0±12,90 ^{ab}
11	40,0±24,15 ^c
12	22,5±24,86 ^{abc}
13	0±0 ^a

Las medias seguidas por las mismas letras e $\bar{x} \pm s$ a columna no difieren estadísticamente entre sí mediante la prueba Tukey HSD ($p < 0,05$); $\bar{x} \pm s$

En la tabla 12 y figura 37 se presentan los resultados de la profundidad radicular, el tratamiento 2 permitió un mayor desarrollo de la raíz del cilantro; Se puede inferir que cualquiera de los sustratos permitió un mayor desarrollo de raíz de la plántula que el suelo testigo. Cabe resaltar que terminado los 55 días del ciclo vegetativo del cultivo el ensayo E4 presentaba una mortandad de todas las plantas este resultado se puede ocasionar dado a que este ensayo posee la concentración de hierro tóxica más alta en los ensayos evaluados.

Tabla 12. Profundidad radicular terminada el período vegetativo del cultivo de cilantro Magnum

U. exp. Ensayo	Profundidad radicular (cm)											X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	4	2,25	4,05	3,26	-	3	4,1	0	4,25	2,43		3.42
2	-	-	1,7	-	-	-	2,5	3,4	2,1	0		2.43
3	-	-	1,8	1,45	1,59	-	-	-	-	1		1.46
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
5	6	5,75	4,25	1	3,5	3,4	3	1,95	2,5	2,6		3.40
6	3,15	5,9	5	5,7	3,3	2,8	3,75	4,5	2,95	2,25		3.93
7	3,25	4	3,16	3,16	3	3,62	4,25	6	3,9	6,76		4.11
8	2,25	3,92	4	2,75	4,85	-	4,05	6,43	3,58	3,55		3.93
9	3,16	3,83	1,5	2,25	3,38	3,5	4,75	1,5	3,5	1,5		2.89
10	2,55	3,83	3,25	4	3	3	2,9	2,5	2	2,65		2.97
11	-	3,5	-	2,5	2,1	-	3	2,5	3,53	-		2.86
12	2,75	3,15	3,1	5,05	2,24	3,17	1,62	3,25	3	3		3.03
Testigo	1,5	-	-	-	1	-	-	1,6	1,7	-		1.45

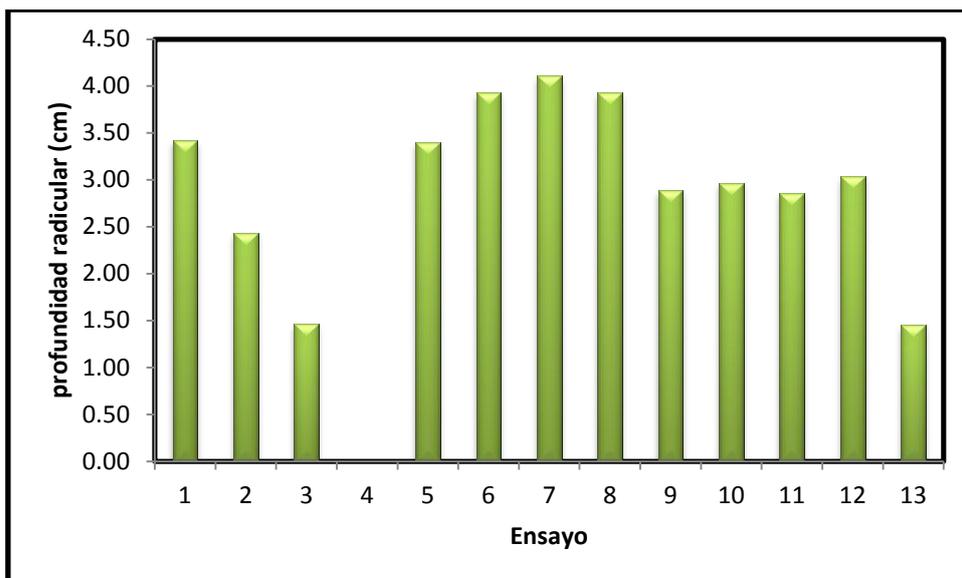


Figura 37. Gráfica de media de la profundidad radicular de cada sustrato evaluado.

En la tabla 8 muestra el espesor del tallo de las plántulas de cilantro recogidas como material biológico en los diferentes ensayos oscila entre 0,8 y 1,0 mm.

Tabla 8: Espesor del tallo del cultivo de cilantro Magnum por ensayo.

Ensayo	Promedio espesor (mm)
1	0,9
2	1
3	1
4	1
5	0,8
6	1
7	1
8	0,9
9	1
10	1
11	1
12	0,9
Testigo	0,9

CONCLUSIONES

A partir de los resultados encontrados en la investigación, el uso de los subproductos del café como enmienda en suelos puede ser utilizado por los productores agrícolas recomendando se considere previamente un análisis químico de suelos completo y de acuerdo a los resultados de micro y macro nutrientes que posea el suelo y requerimientos del cultivo se seleccione el nivel de incorporación y subproducto a reemplazar en el suelo.

Reemplazar porcentajes del suelo por subproductos de café permite mejorar las propiedades químicas del suelo para cualquier cultivo, reportando como factor limitante únicamente el índice de toxicidad por concentraciones elevadas de hierro en los tratamientos 1 y 3 que inciden en los suelos, fijando elementos como el fósforo en forma de fosfatos de hierro, limitando la disponibilidad de fósforo, que se puede controlar con prácticas agrícolas como adición de hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

La incorporación de subproductos del café como las borras de café y el cisco modifica de manera importante la capacidad de cambio catiónico, las bases saturadas y el porcentaje de saturación de bases que es fundamental tanto en la nutrición de las plantas como en el indicador de las propiedades del suelo como la salinidad. Las propiedades físicas de un suelo de textura franco limosa, mejora el color, disminuye acidez y mejora la retención de humedad a capacidad de campo en el suelo, en las propiedades químicas se evidencia una mayor concentración de cada uno de los nutrientes cultivo como los son el Potasio, Calcio, Magnesio, Sodio, Azufre, Fosforo, Hierro, Cobre, Zinc e incluso se ve que sigue su proceso de incorporación durante el ciclo del cultivo.

Las borras de café y cisco son una fuente directa de carbón orgánico para el suelo proporcionando características de recuperación que permiten el desarrollo de un cultivo, a partir de un residuo con una demanda de aplicabilidad baja y altamente contaminante.

El aumento del porcentaje de germinación del cilantro (*Coriandrum sativum*) en menor tiempo entre los ensayos es directamente proporcional al aumento de la concentración de borras de café e inversamente proporcional al aumento de la concentración de cisco de café incorporado en un sustrato, este comportamiento se puede presentar debido a que los elementos incorporados en el suelo principalmente se presentaron el altas concentraciones en los tratamientos con borra de café T_1 , T_2 .

Para el desarrollo de posteriores investigaciones sobre la aplicación de los subproductos de café en el suelo, se pueden manejar nuevos porcentajes de incorporación y la adición de un controlador para el hierro y un período de

asimilación más prolongado. Otro enfoque de experiencia es la actividad microbiana de los sustratos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguirre F. (1966) La utilización industrial del grano de café y de sus subproductos. Guatemala, Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). Investigaciones Tecnológicas de ICAITI No. 1. p.43.
2. Alloway, B.J. (1995). Soil processes and the behavior of heavy metals. In: Heavy metals in soils. Ed Blackie Academic & Professional, London: 368pp.
3. Beltrán, L. (2014). Consumo de café en Colombia, La Tarde. Pereira-Colombia. [En línea]. <www.latarde.com/noticias/economica/129802-en-aumento-el-consumo-de-cafe-por-los-colombianos> (Consultado: 15/05/2014).
4. Benavides A., Ramirez H., Ruiz N., Perales A., Cornejo E., Ortega H., Dávila R. (2007). Aplicación de Subproductos Industriales de la Compañía Industrial de Parras, S.A. de C.V. en Sustratos para la Siembra y Crecimiento de Plantas. Terra Latinoamericana, vol. 29, núm. 4, octubre-diciembre, 2011, pp. 467-476 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
5. Bressani R. *et al*, (1974). Composición química de los subproductos del café en: Reunión Internacional sobre la utilización de sub-productos agrícolas e industriales. La Turrialba, Costa Rica, 11-14 Junio, 1974. Informe Final, C.R. IICA. p. 13.
6. Burbano H. (1998). Las enmiendas orgánicas. En: Guerrero R. Fertilización de cultivos en clima frío. 2 ed. Bogotá, Monómeros Colombo Venezolanos S. A, pp. 363–403.
7. Caicedo R. (1993). Horticultura. Universidad Nacional de Colombia. p. 539.
8. Calle H. (1977). Subproductos del café. Chinchiná (Colombia). Cenicafé. Boletín Técnico No. 6. p. 84.
9. Coria I. (2007). Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos. En: Centro de Altos Estudios Globales, En línea: <<http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/ing/UAIS-IGA-600-001%20-%20Remediacion.pdf>> (Consultado: 15/06/2014).
10. Cruz, R., Morais, S., Mendes, E., Pereira, J., Baptista, P. y Casal, S. (2013). Improvement of vegetables elemental quality by espresso coffee

- residues. Porto-Portugal. Food Chemistry. ISSN 0308 – 8146. 148. pp. 294-299.
11. Fancelli, AL. (2006). Micronutrientes en la fisiología de las plantas. Pp 11-27. En: M Vázquez(ed). Micronutrientes en la agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, Argentina.207pp.
 12. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2010).post-cosecha. Café de Colombia. [En línea] <http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/post-cosecha> (Consultado: 20/03/2015).
 13. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2010). El árbol y el entorno. Café de Colombia. [En línea] <http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_arbol_y_el_entorno] (Consultado: 20/03/2015).
 14. Felipó T. (2002). Utilización de materia orgánica residual urbana en la recuperación de suelos degradados. Curso de Agricultura y Medio Ambiente: Nuevos Avances en Conservación y Manejo de Agrosistemas. Barcelona, Unitat d'Edafologia, Universitat de Barcelona, 10 p.
 15. Gamboa. W., Benítez. Sandra., Rueda. F., Acuña. N., Blanco. E., Retamoso. AJ., Rincón. F. (2008). Diseño y construcción de un prototipo automatizado para la torrefacción de café. Matices Tecnológicos Revista de la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería. Fundación Universitaria de San Gil UNISANGIL. Vol.1. En línea < [http:// www.unisangil.edu.co/publicaciones/index.php/revista-matices-tecnologicos/article/view/108](http://www.unisangil.edu.co/publicaciones/index.php/revista-matices-tecnologicos/article/view/108) > (Consultado: 20/06/2014).
 16. García-Serrano Jiménez, P., Ruano Criado, S., Lucena Marotta, J.J., Nogales García, M. (2010). Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid. 119 p.
 17. Garzón, J. y Cuervo, J. (2008). Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. Bogotá – Colombia. NOVA Vol. 6 N° 10 Julio - Diciembre 2008 pp. 126 a 140. [En línea].www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/NOVA10_ARTORIG_2_pleur.pdf (Consultado: 03/05/2014).
 18. Grodzínskaya, A. *et al.*, (2002). Cultivo de hongos comestibles utilizando desechos agrícolas e industriales. Agronomía Tropical ISSN 0002-192X v.52 n.4 Maracay oct. 2002. [En línea] http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000400002 (Consultado: 15/05/2014).

19. Hernández., R. *et al.* (2007). Evaluación de la capacidad de adsorción de desechos agroindustriales para la remoción de ácido acético. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela. ISSN 0798-4065 Rev. Fac. Ing. UCV v.22 n.3 Caracas. [En línea] http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-40652007000300004&script=sci_arttext (Consultado: 15/05/2014).
20. Hontoria, C., Rodríguez. J.C., Saa. A. (2004): Contenido de carbono orgánico en el suelo y factores de control en la España Peninsular, Edafología, Vol. 11 (2), pp. 149 – 155.
21. Jarquín R. (1973). Pulpa y pergamino de café II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. Turrialba, Costa Rica. pp. 41 – 47.
22. Job. D. (2004). La utilización de la borra del café como sustrato de base para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kummer. Revista Iberoamericana de Micología No.21: pp.195-197. [En línea] <http://reviberoammicol.com/2004-21/195197.pdf> (Consultado: 15/05/2014).
23. Lal R. (1998). Soil quality and sustainable. Advances in Soil Science. CRC Press. Boca Raton, Florida. pp. 17 - 30.
24. Leifa. F., Pandey. A. & Soccol., C. (2001). Production of *Flammulina velutipes* on Coffee Husk and Coffee Spent-ground. BRAZILIAN ARCHIVES OF BIOLOGY AND TECHNOLOGY AN INTERNATIONAL JOURNAL. ISSN 1516-8913. Vol. 44, N. 2: pp. 205 – 212, June, 2001. [En línea] <http://www.scielo.br/pdf/babt/v44n2/a15v44n2> (Consultado: 15/05/2014).
25. López R. (2002). Degradación del suelo: causas, procesos, evaluación e investigación. 2 ed. Mérida (Venezuela), Talleres gráficos del Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial Universidad de los Andes (CIDIAT), 280 p.
26. López, R.J., López, M.J. (1990). El diagnóstico de suelos y plantas (Métodos de campo y laboratorio). Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 363 p.
27. Martínez, R. (2000). Avaluació del risc de clorosi fèrrica a l'ambien edàfic de la vinya d'algunes zones de Catalunya. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona (UB): 127pp.
28. Mayorga, I. (1991) Vademecum del tostador colombiano. Aspectos de calidad el café para la industria torrefactora nacional. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia p. 317 [En línea]

<http://www.iue.edu.co/portal/images/negocios_internacionales/cafe/LACALIDADENLAINDUSTRIADELCAFE.pdf > (Consultado: 20/03/2015).

29. Montaña J., y Forero F. (2013). Efecto de subproductos orgánicos del proceso panelero sobre propiedades físicas de un suelo sulfatado ácido. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* (2013) 14(2). Tunja (Colombia). pp. 207-214.
30. Moreno. G., Serrano. J. y Palacios. J. (2009). Desempeño de la combustión de desechos industriales en un reactor de lecho fluidizado burbujeante. Pamplona - Colombia. Ingeniería Universidad Bogotá. ISSN 0123-2126 Vol. 13 No. 2. pp 251 – 262.
31. Murillo B. *et al*, (1977). Composición de carbohidratos estructurales en diferentes muestras de pulpa y pergamino del café, Manuscrito de preparación.
32. Nunes M., Dias M., Gaspar A., Oliveira M., Pinto E., Carapau A. (1981) Análise do crescimento da beterraba sacarina em cultura de primavera. *Agric. Lusit.* 40: 217-240.
33. Orozco C., Cantarero V. y Rodríguez J. (1998). Manual Didáctico de Tratamiento de residuos del café. San José, Costa Rica: PEICCE / PROMECAFE / IICA/ICAFE. Seminario Taller El Tratamiento Anaeróbico de los Resíduos del Café: Una Alternativa para la Disminución del Impacto Ambiental. Matagalpa (Nicaragua).
34. Ottaviani M.; Santarsiero A.; De Fulvio S. (1991). Hygienic, technical and legislative aspects of agricultural sewage sludge usage. *Acta Chim. Hung.* 128 (4 - 5), pp. 535-543.
35. Puertas. M., Villegas. P. & Rojano. B. (2012). Borra de café colombiano (*Coffea arabica*) como fuente potencial de sustancias con capacidad antirradicales libres in vitro. *Revista Cubana de Plantas Medicinales.* ISSN 1028-4796. vol.18 no.3 Ciudad de la Habana jul.-set. 2013. [En línea] <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-7962013000300013&script=sci_arttext> (Consultado: 15/05/2014).
36. Quinteiro R., Andrade C. y E. De Blas V. (1988). Efecto de la adición de un lodo residual sobre las propiedades del suelo: Experiencias de Campo. *Edafología* N° 5 pp.1-10. En línea: <http://edafología.ugr.es>. (Consultado: 03/08/2015).
37. Ratto de Miguez, S; Giuffre, L. & Sainato, C. (1997). Variación espacial de micronutrientes en suelos y planta en un Molisol. *Ciencia del Suelo* 15: 39-41.

38. Ravera R. y De Sanso A. (2003). Lombricultura. Buenos Aires, Argentina [en línea]. www.agroconnection.com/specialites/5054A00281.htm. 15/04/2015.
39. Rioja Molina, A. (2002), Apuntes de Fitotecnia General, E.U.I.T.A., Ciudad Real. [en línea].
40. Salazar J., García C., Olaya J. M. (1984). Dosificación de hormigones ligeros con cascarilla de café. Ingeniería e Investigación; núm. 8 (1984); pp 51-56 2248 - 8723 0120-5609 [En Línea] <<http://www.bdigital.unal.edu.co/22813>> (consultado: 05/06/2014). Universidad Nacional de Colombia.
41. Sánchez. D. y Anzola C. (2012). Caracterización química de la película plateada del café (*coffea arábica*) en variedades Colombia y caturra. Bogotá - Colombia. Rev. Colomb. Quim. Vol.41 No.2 Bogotá May - Ago. 2012.
42. Souza. *et al.*, (2014). Utilização de Resíduos de Borra de Café e Serragem na Moldagem de Briquetes e Avaliação de Propriedades. *Matéria* (Rio de Janeiro) ISSN 1517-7076. vol.20 no.2 Rio de Janeiro abr./jun. 2015. [En línea] <<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-707620150002.0055>> (Consultado: 15/05/2014).
43. Tester C. (1990). Organic amendment effects on physical and chemical properties of a sandy soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54(3), pp. 827-831.
44. Torres. I., Ticante. J., Calderón. E., Marín. M. (2007). CARACTERIZACION DE COMPOSTAS, LOMBRICOMPOSTAS Y SU POTENCIAL USO EN ENMIENDAS DE SUELOS Y PRODUCCIÓN DE CULTIVOS. En línea: <http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/E C/TAC-06.pdf> (Consultado: 10/06/2015).
45. Urribarrí A., Zabala A., Sánchez J., Arenas E., Chandler C., Rincón M., González E., Aiello C. (2014). Evaluación del potencial de la borra de café como materia prima para la producción de biodiesel. Maracaibo - Venezuela. *Multiciencias* Vol. 14. No. 2 Abril - Junio pp. 129 - 139 [En línea]. <www.redalyc.org/pdf/904/90432601006.pdf> (Consultado: 07/Abril/2015).
46. Villas-Boas R. (2001) Doses de nitrógeno para pimentão aplicadas de forma convencional e a través de fertirrigação. Tesis. Universidade Estadual Paulista. Brasil. 66 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Caracterización química del ensayo 1 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS					
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS					
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página 66 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003	email: Dayana.orozco@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 256 -14
Vereda: No aplica	ID cliente: Tratamiento 1 (10% Borrás)	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 389-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	5.2	Fuerte/te ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	3.27	A	N	70	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	12.24	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	10.14	B	P ₂ O ₅	70	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.71	M	Ca	20	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.47	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.37	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.60	A	K ₂ O	50	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	8.15	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	66.6	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	2.87	B	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	242.3	MA	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	29.0	M	Mn	5	
Cobre (Cu)	ppm	2.25	M	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.45	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.47	M	B	1	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.78	B	Cal	600	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.07	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	12.0	-	-	-	
Relación Mg/K	-	5.80	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco Arenoso			Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

A Alto, M medio, N normal, B bajo, MA muy alto.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio

FIN DEL INFORME

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA

Ingeniero Químico

Anexo 2. Caracterización química del ensayo 2 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS					
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS					
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página 67 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003		email: Dayana.orozco@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 257-14
Vereda: No aplica	ID cliente: Tratamiento 2 (20% Borrás)	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 390-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	5.6	Med/te ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	7.19	MA	N	40	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	16.9	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	18.84	M	P ₂ O ₅	70	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.82	M	Ca	20	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.00	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.35	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.50	A	K ₂ O	40	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	10.7	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	63.14	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	4.50	B	S	15	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	408	A	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	29.3	M	Mn	5	
Cobre (Cu)	ppm	2.94	M	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.75	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.83	A	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	Cal	300	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	0.96	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	3.13	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.6	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

A alto, M medio, N normal, B bajo, MA muy alto.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA

Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 3. Caracterización química del ensayo 3 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS					
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS					
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página 68 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003		email: Dayana.orozco@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 258-14
Vereda: No aplica	ID cliente: Tratamiento 3 (30% Borrás)	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 391-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	6.2	Lige/te ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	9.32	MA	N	40	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	22.4	A	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	28.7	M	P ₂ O ₅	25	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.94	M	Ca	10	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	6.38	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.38	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.34	MA	K ₂ O	30	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	16.0	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	71.4	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	6.34	B	S	13	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	590	MA	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	27.5	M	Mn	5	
Cobre (Cu)	ppm	3.12	M	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	2.21	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	1.34	A	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	0.77	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	2.60	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.47	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

A alto, M medio, N normal, B bajo, MA muy alto.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA

Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 4. Caracterización química del ensayo 4 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS						
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página	69 de 1
DATOS DEL CLIENTE							
Solicitante: Dayana Orozco		Ciudad: Neiva		Dirección: Cra 7 N° 27-18			
Teléfono: 3123775003			email: Dayana.orozco@hotmail.com				
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA							
Finca: No aplica		Matriz: Suelo agregado				N° Muestra:	
Vereda: No aplica		ID cliente: Tratamiento 4 (40% Borrás)				259-14	
Municipio: Neiva		Fecha muestreo: No reporta					
Departamento: Huila		Fecha recepción: 2014/10/16					
Cultivo: cilantro		Fecha análisis: 2014/10/20					
N° Cadena de custodia: No aplica		Fecha entrega: 2014/11/25					
N° Plan de muestreo: No aplica		Informe de resultados N°: 392-14					

PARAMETROS QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	6.3	Lig/te ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	11.9	MA	N	40	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	25.2	A	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	44.4	A	P ₂ O ₅	20	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	6.27	A	Cal	10	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	7.74	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.44	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.52	MA	K ₂ O	30	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	20.0	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	79.4	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	19.5	A	-	-	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	626	MA	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	13.9	B	Mn	5	
Cobre (Cu)	ppm	2.05	M	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	2.02	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	3.70	MA	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	0.81	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	2.54	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.40	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco Arenoso			Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

A alto, M medio, N normal, B bajo, MA muy alto.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio

FIN DEL INFORME

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA

Ingeniero Químico

Anexo 5. Caracterización química del ensayo 5 terminado el periodo de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS					
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS					
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página 70 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003		email: Dayana.orozco@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 260-14
Vereda: No aplica	ID cliente: Tratamiento 5 (10% Cisco)	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 393-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	5.4	Fuerte/te ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	0.71	B	N	170	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	11.8	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	1.51	B	P ₂ O ₅	100	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.52	M	Ca	15	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.52	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.39	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.00	A	K ₂ O	50	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	8.43	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	71.4	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	2.66	B	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	13.9	B	Fe	8	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	10.2	B	Mn	6	
Cobre (Cu)	ppm	0.46	B	Cu	4	
Cinc (Zn)	ppm	2.96	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.29	B	B	2	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.13	M	Cal	800	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.79	I	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	7.04	-	-	-	
Relación Mg/K	-	2.52	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FL	Franco limoso			Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

A alto, M medio, N normal, B bajo, I ideal.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio

FIN DEL INFORME

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA

Ingeniero Químico

Anexo 6. Caracterización química del ensayo 6 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS						
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página	71 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003		email: Dayana.orozco@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 261-14
Vereda: No aplica	ID cliente: Tratamiento 6 (20% Cisco)	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 394-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	5.8	Med/te acido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	0.71	B	N	170	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	11.8	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	2.31	B	P ₂ O ₅	100	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.57	M	Ca	15	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.04	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.35	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.75	A	K ₂ O	50	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	10.7	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	90.7	A	-	-	Rel. Catiónica
Azufre (S)	ppm	2.18	B	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	38.5	B	Fe	7	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	13.0	B	Mn	6	
Cobre (Cu)	ppm	1.01	B	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.66	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	4.49	MA	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.83	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	4.92	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.73	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FL		Franco limoso		Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

A Alto, M medio, N normal, B bajo, MA muy alto.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio

FIN DEL INFORME

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA

Ingeniero Químico

Anexo 7. Caracterización química del ensayo 7 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS						
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página	72 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003	email: Dayana.orozco@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 262-14
Vereda: No aplica	ID cliente: Tratamiento 7 (30% Cisco)	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 395-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	6.1	Lig/te acido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	2.39	A	N	125	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	11.2	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	2.39	B	P ₂ O ₅	90	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.55	M	Ca	15	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.06	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.32	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.77	A	K ₂ O	40	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	10.7	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	95.5	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	2.09	B	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	44.6	M	Fe	5	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	11.8	B	Mn	5	
Cobre (Cu)	ppm	1.14	B	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.35	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.60	M	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.81	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	4.86	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.73	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

A alto, M medio, N normal, B bajo.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio
FIN DEL INFORME

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

Anexo 8. Caracterización química del ensayo 8 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS						
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página	74 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003		email: Dayana.orozco@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 263-14
Vereda: No aplica	ID cliente: Tratamiento 8 (40% Cisco)	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 396-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	6.5	Ligera/te ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	2.96	A	N	90	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	12.4	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	9.20	B	P ₂ O ₅	85	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.50	M	Ca	15	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.14	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.38	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.30	A	K ₂ O	45	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	11.32	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	91.3	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	4.54	B	S	15	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	28.9	B	Fe	6	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	11.5	B	Mn	5	
Cobre (Cu)	ppm	1.29	B	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	2.42	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.81	A	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.75	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	3.75	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.36	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

M medio, N normal, A alto, B bajo.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio
FIN DEL INFORME

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

Anexo 9. Caracterización química del ensayo 9 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS						
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página	75 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003		email: Dayana.orozco@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 264-14
Vereda: No aplica	ID cliente: Tratamiento 9 (10% Borrás+Cisco)	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 397-14	

PARAMETROS QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	5.5	Fuerte/te ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	2.10	M	N	120	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	11.5	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	14.4	B	P ₂ O ₅	80	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.55	M	Ca	15	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.94	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.33	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.10	A	K ₂ O	50	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	7.92	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	68.9	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	2.31	B	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	57.5	M	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	18.1	B	Mn	5	
Cobre (Cu)	ppm	0.86	B	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.35	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.35	M	B	1	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.14	M	Cal	800	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.20	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	5.9	-	-	-	
Relación Mg/K	-	2.67	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FL	Franco limoso			Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

A alto, M medio, N normal, B bajo.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio
FIN DEL INFORME

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

Anexo 10. Caracterización química del ensayo 10 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS						
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página	76 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003	email: Dayana.orozco@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 265-14
Vereda: No aplica	ID cliente: Tratamiento 10 (20% Borrás+Cisco)	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 398-14	

PARAMETROS QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	5.9	Media/te ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	1.68	M	N	140	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	16.6	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	12.7	M	P ₂ O ₅	80	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.72	M	Ca	15	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.42	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.38	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.91	A	K ₂ O	50	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	9.43	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	56.8	A	-	-	Relación catiónica
Azufre (S)	ppm	2.73	B	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	168	A	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	22.9	M	Mn	5	
Cobre (Cu)	ppm	1.73	B	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.44	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.45	M	B	2	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.09	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	3.73	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.79	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

A alto, M medio, N normal, B bajo, MA muy alto.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio

FIN DEL INFORME

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA

Ingeniero Químico

Anexo 11. Caracterización química del ensayo 11 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS						
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página	77 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003		email: Dayana.orozco@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 266-14
Vereda: No aplica	ID cliente: Tratamiento 11 (30% Borrás+Cisco)	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 399-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	6.3	Lig/te ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	3.19	A	N	90	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	13.3	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	16.7	M	P ₂ O ₅	70	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.71	M	Ca	20	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.19	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.34	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.82	A	K ₂ O	60	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	12.1	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	90.7	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	4.39	B	S	15	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	242	MA	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	24.4	M	Mn	5	
Cobre (Cu)	ppm	2.40	M	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.85	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	1.07	A	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.12	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	3.16	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.49	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

A alto, M medio, N normal, B bajo, MA muy alto.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio

FIN DEL INFORME

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA

Ingeniero Químico

Anexo 12. Caracterización química del ensayo 12 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS						
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página	78 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003	email: Dayana.orozco@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 267-14
Vereda: No aplica	ID cliente: Tratamiento 12	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 400-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	Clase	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	6.3	Lig/te acido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	8.86	MA	N	50	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	14.5	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	19.3	M	P ₂ O ₅	50	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.52	M	Ca	15	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.31	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.40	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.1	MA	K ₂ O	50	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	15.3	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	>100	Saturado	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	8.72	M	S	7	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	375	MA	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	25.7	M	-	-	
Cobre (Cu)	ppm	3.10	M	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	2.50	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	1.12	A	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.10	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	2.64	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.29	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

MA muy alto, M medio, N normal, A alto, B bajo, D deficiente.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio

FIN DEL INFORME

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA

Ingeniero Químico

Anexo 13. Caracterización química del ensayo 13 terminado el período de asimilación.

	ENTREGA DE RESULTADOS						
	INFORME DE ENSAYOS ANÁLISIS DE SUELOS						
CÓDIGO	ER-FR-01	VERSIÓN	4	VIGENCIA	2014	Página	79 de 1

DATOS DEL CLIENTE		
Solicitante: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cra 7 N° 27-18
Teléfono: 3123775003		email: Dayana.orozco@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No aplica	Matriz: Suelo	N° Muestra: 268 -14
Vereda: No aplica	ID cliente: suelo control	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/10/16	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/10/20	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/11/25	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 401-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	5.6	Med/te acido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	0.09	MB	N	150	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	13.0	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	1.22	MB	P ₂ O ₅	80	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.54	B	Ca	20	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.19	M	Mg	10	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.33	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.41	A	K ₂ O	70	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.47	B	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	42.1	M	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	<0.01	MB	S	25	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	1.26	MB	Fe	10	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	1.90	MB	Mn	5	
Cobre (Cu)	ppm	<0.01	MB	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	0.77	MB	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.15	B	B	2	H ₂ O Caliente
Acidez intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.16	-	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	11.5	I	-	-	
Relación Mg/K	-	5.34	I	-	-	
TEXTURA	Clase	FL		Franco limoso		Organoléptico

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.

MB muy bajo, B bajo, M medio, N normal, A alto, I ideal.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio
FIN DEL INFORME

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

Anexo 14. Caracterización química del ensayo 1 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozoo	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 03	email: dayana.oroceo@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Fino: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 316-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 1	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cíantro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 414-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIENTO Puros	REQUERIMIENTO Kg.ha/año ¹	MÉTODO
pH	-	5.8	Medio ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	1.35	M	N	150	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	16.1	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	2.91	MB	P ₂ O ₅	90	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.06	M	Ca	20	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.89	M	Mg	10	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.16	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.14	A	K ₂ O	50	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	8.25	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	51.2	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	3.14	B	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	244	A	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	22.2	A	-	-	
Cobre (Cu)	ppm	2.52	M	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.40	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.22	M	B	2	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.40	D	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	6.09	-	-	-	
Relación Mg/K	-	2.53	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoélfipico

M medio, MB muy bajo, N normal, A alto, B bajo, D deficiente (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 15. Caracterización química del ensayo 2 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 03	email: dayana.orozco@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 317-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 2	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cilantró	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 416-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg/ha/año ¹	MÉTODO
pH	-	6.0	Medio ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	3.07	A	N	100	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	22.4	A	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	12.8	B	P ₂ O ₅	80	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.39	M	Ca	20	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.62	M	Mg	10	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.15	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.79	A	K ₂ O	60	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	9.95	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	44.4	M	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	4.45	B	S	17	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	4.79	MB	Fe	10	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	23.8	M	-	-	
Cobre (Cu)	ppm	4.45	A	-	-	
Cinc (Zn)	ppm	1.92	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.99	A	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.21	D	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	4.47	-	-	-	
Relación Mg/K	-	2.02	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

A alto, B bajo, M medio, N normal, MB muy bajo, D deficiente (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 16. Caracterización química del ensayo 3 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozoo	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 03		email: dayana.orofoo@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finea: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 318-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 3	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 418-14	

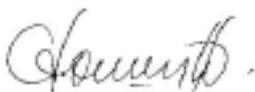
PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	6.5	Ligta acido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	4.09	A	N	65	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	19.8	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	23.5	M	P ₂ O ₅	60	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.22	M	Ca	15	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.30	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.19	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.51	A	K ₂ O	50	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	12.2	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	61.7	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	8.90	B	S	7	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	466	MA	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	1.6	MB	Mn	10	
Cobre (Cu)	ppm	3.33	M	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.77	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	2.63	A	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.21	D	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	3.79	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.71	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso muy friable			Organoléptico

A alto, M medio, N normal, B bajo, MA muy alto, MB muy bajo, D deficiente (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CÉSAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 17. Caracterización química del ensayo 4 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozoo	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 03		email: dayana.orofoo@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finea: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 319-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 4	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 417-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	6.7	Neutro	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	6.74	A	N	50	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	32.6	A	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	25.1	M	P ₂ O ₅	60	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	6.75	A	-	-	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.92	M	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.35	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.32	A	K ₂ O	50	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	14.3	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	43.9	M	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	7.05	B	S	10	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	586	MA	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	5.2	B	Mn	10	
Cobre (Cu)	ppm	1.97	B	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	2.12	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.85	A	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.72	D	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg) / K	-	3.21	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.18	-	-	-	
NTEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

A alto, M medio, N normal, MA muy alto, B bajo, D deficiente (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 18. Caracterización química del ensayo 5 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozoo	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 03	email: dayana.orozoo@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finea: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 320-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 6	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cilanfro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 418-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIENTO Puros	REQUERIMIENTO Kg/ha/año ¹	METODO
pH	-	6.1	Ligite acido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	0.56	B	N	150	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	17.1	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	1.93	MB	P ₂ O ₅	90	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	8.79	A	-	-	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.47	M	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.27	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.72	A	K ₂ O	80	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	12.2	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	71.6	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	3.62	B	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	28.2	B	Fe	10	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	12.2	M	Mn	7	
Cobre (Cu)	ppm	0.92	B	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.30	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.40	-	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	3.55	I	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	15.6	-	-	-	
Relación Mg/K	-	3.43	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FL	Franco limoso			Organoléptico

B bajo, M medio, MB muy bajo, A alto, N normal, I ideal (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 19. Caracterización química del ensayo 6 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 03	email: dayana.orozco@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Fino: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 321-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 8	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Citanro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 418-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg/hect ²	MÉTODO
pH	-	6.5	Lighe acido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	0.56	B	N	160	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	10.7	B	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	2.00	MB	P ₂ O ₅	110	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.46	M	-	-	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.48	M	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.13	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.31	A	K ₂ O	80	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	9.38	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	87.6	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	1.34	MB	S	25	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	59.6	A	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	13.2	M	Mn	6	
Cobre (Cu)	ppm	1.83	B	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.14	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.48	A	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	2.20	I	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg) /K	-	6.06	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.89	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FL	Franco limoso			Organoléptico

B bajo, MB muy bajo, M medio, N normal, A alto, I ideal (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 20. Caracterización química del ensayo 7 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozoo	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 83	email: dayana.orozoo@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Fines: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 322-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 7	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 420-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIENTO PURO	REQUERIMIENTO Kg/ha/año ¹	MÉTODO
pH	-	6.7	Neuro	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	1.6	M	N	140	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	11.5	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	2.17	MB	P ₂ O ₅	120	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	6.14	A	-	-	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.48	M	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.19	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.33	A	K ₂ O	80	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	10.1	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	88.1	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	1.55	MB	S	25	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	42.4	M	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	9.5	B	Mn	6	
Cobre (Cu)	ppm	1.62	B	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.19	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.47	A	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	2.47	I	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg) /K	-	6.48	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.86	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

B bajo, M medio, MB muy bajo, A alto, N normal, I ideal (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 21. Caracterización química del ensayo 8 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozoo	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 03	email: dayana.orofoo@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Fino: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 323-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 8	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 421-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIENTO Puros	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ ao ⁻¹	MÉTODO
pH	-	6.9	Neutro	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	2.30	M	N	130	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	13.2	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	1.91	MB	P ₂ O ₅	110	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	6.49	A	-	-	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.55	M	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.16	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.43	A	K ₂ O	70	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	10.6	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	80.5	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	3.46	B	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	31.9	B	Fe	10	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	11.4	B	Mn	6	
Cobre (Cu)	ppm	1.79	B	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	2.36	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.55	M	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	2.54	I	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	6.32	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.78	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

M medio, MB muy bajo, A alto, N normal, B bajo, I Ideal (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 22. Caracterización química del ensayo 9 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 83		email: dayana.orozco@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Fines: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 324-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 9	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 422-14	

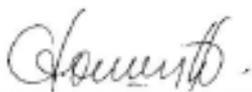
PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg/ha/año ¹	METODO
pH	-	6.4	Lig/ta ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	1.17	M	N	160	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	16.0	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	1.87	MB	P ₂ O ₅	110	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.76	M	Ca	20	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.47	M	Mg	10	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.18	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.87	A	K ₂ O	80	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	8.28	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	51.7	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	2.0	MB	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	100	A	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	21.7	N	-	-	
Cobre (Cu)	ppm	1.61	B	Cu	3	
Cinc (Zn)	ppm	1.46	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.36	M	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.92	I	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	8.31	-	-	-	
Relación Mg/K	-	2.83	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco Arenoso			Organoléptico

M medio, MB muy bajo, N normal, A alto, B bajo, I Ideal (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 23. Caracterización química del ensayo 10 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozoo	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 03		email: dayana.orozoo@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Fines: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 325-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 10	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 423-14	

PARAMETROS QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	6.1	Lige ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	2.56	A	N	110	NTC 5403B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	13.7	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	2.74	MB	P ₂ O ₅	110	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.68	M	Ca	20	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.44	M	Mg	10	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.13	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.18	A	K ₂ O	70	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	7.43	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	54.2	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	3.10	B	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	231	A	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	22.9	M	Mn	6	
Cobre (Cu)	ppm	3.48	M	Cu	2	
Cinc (Zn)	ppm	1.47	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.68	A	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.50	D	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	5.18	-	-	-	
Relación Mg/K	-	2.06	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

A alto, M medio, MB muy bajo, N normal, B bajo, D deficiente (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 24. Caracterización química del ensayo 11 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozoo	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 03	email: dayana.orozoo@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Fino: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 326-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 11	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 424-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg/ha/año ¹	METODO
pH	-	6.7	Neutro	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	3.08	A	N	80	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	17.9	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	7.26	B	P ₂ O ₅	80	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	6.67	A	-	-	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.46	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.25	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.74	A	K ₂ O	70	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	12.1	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	67.71	A	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	3.17	B	S	20	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	355	MA	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	19.3	M	Mn	5	
Cobre (Cu)	ppm	4.00	A	-	-	
Cinc (Zn)	ppm	1.83	B	Zn	4	H ₂ O Caliente
Boro (B)	ppm	0.79	A	-	-	
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.92	I	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	5.82	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.98	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoiléptico

A alto, M medio, B bajo, N normal, MA muy alto, I Ideal (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 25. Caracterización química del ensayo 12 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozoo	Ciudad: Nelva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 03	email: dayana.orofoo@hotmail.com	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finea: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 327-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Tratamiento 12	
Municipio: Nelva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 426-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIENTO Puros	REQUERIMIENTO kg.ha ⁻¹ año ⁻¹	MÉTODO
pH	-	6.5	Lig/le ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	4.45	A	N	55	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	22.0	A	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	15.0	B	P ₂ O ₅	70	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	6.51	A	-	-	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.90	A	-	-	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.30	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.22	A	K ₂ O	60	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	12.9	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	58.7	A	-	-	Rel.catiónica
Azufre (S)	ppm	5.19	B	S	15	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	461	MA	-	-	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	12.5	M	Mn	6	
Cobre (Cu)	ppm	4.38	A	-	-	
Cinc (Zn)	ppm	2.77	B	Zn	4	
Boro (B)	ppm	0.43	M	-	-	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.66	D	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	4.68	-	-	-	
Relación Mg/K	-	1.75	-	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	Franco arenoso			Organoléptico

A alto, B bajo, N normal, MA muy alto, M medio, D deficiente (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CÉSAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME

Anexo 26. Caracterización química del ensayo 13 recolectado el material biológico.

	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: Dayana Orozco	Ciudad: Neiva	Dirección: Cr 7 N°27-18
Teléfono: 312 377 60 03		email: dayana.orooco@hotmail.com
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Finca: No reporta	Matriz: Suelo agregado	N° Muestra: 328-14
Vereda: No reporta	ID cliente: Testigo	
Municipio: Neiva	Fecha muestreo: No reporta	
Departamento: Huila	Fecha recepción: 2014/12/10	
Cultivo: Cilantro	Fecha análisis: 2014/12/16	
N° Cadena de custodia: No aplica	Fecha entrega: 2014/12/22	
N° Plan de muestreo: No aplica	Informe de resultados N°: 428-14	

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CLASE	NUTRIMENTO PUROS	REQUERIMIENTO Kg/ha/año*	MÉTODO
pH	-	5.8	Medio ácido	-	-	NTC 5264
Carbono Orgánico (CO)	%	0.11	MB	N	170	NTC 5403 B
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	14.6	M	-	-	NTC 5268
Fósforo (P)	ppm	1.11	MB	P ₂ O ₅	120	NTC 5350
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.48	M	Ca	20	NTC 5349
Magnesio (Mg)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.79	M	Mg	10	
Sodio (Na)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.19	N	-	-	
Potasio (K)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.35	M	K ₂ O	90	
Bases Totales (BT)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.81	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	39.7	M	-	-	Rel. catiónica
Azufre (S)	ppm	4.17	B	S	17	NTC 5402
Hierro (Fe)	ppm	1.32	MB	Fe	10	NTC 5526 método DTPA
Manganeso (Mn)	ppm	1.8	MB	Mn	7	
Cobre (Cu)	ppm	0.30	B	Cu	4	
Cinc (Zn)	ppm	0.75	B	Zn	5	
Boro (B)	ppm	<0.01	B	B	2	H ₂ O Caliente
Acidez Intercambiable	cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	-	-	NTC 5263
Relación Ca/Mg	-	1.94	I	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	15.0	-	-	-	
Relación Mg/K	-	5.11	-	-	-	
TEXTURA	Clase		FL	Franco limoso		Organoléptico

MB muy bajo, M medio, N normal, B bajo, I Ideal (columna CLASE).

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: La información es suministrada por quien radica la muestra en el Laboratorio.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio

CESAR HERNANDO BOLIVAR HERRERA
Ingeniero Químico

FIN DEL INFORME