

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFFECTO SOBRE PLANTULAS DE CAFE DE DOS CALCAREOS
COMBINADOS CON ABONO ORGANICO, EN SUELOS DESATURADOS.**

POR

ERIK BERTIN PEÑA VELASQUEZ

TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A.

DICIEMBRE, 2014

**EFFECTO SOBRE PLANTULAS DE CAFE DE DOS CALCAREOS
COMBINADOS CON ABONO ORGANICO, EN SUELOS DESATURADOS.**

POR:

ERIK BERTIN PEÑA VELASQUEZ

RAUL MUÑOZ, M. Sc.
Asesor Principal UNA

ALLAN LEONEL ERAZO, M. Sc.
Asesor Principal IHCAFE

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A.

DICIEMBRE, 2014

ACTA DE SUSTENTACION

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO por mantenerme con salud y permitirme realizar mis metas, y demostrar que su amor y poder no se determina por el actuar ni pensar de nosotros hacia a Él, mucho menos por una doctrina religiosa.

A MIS PADRES: MARIA NERY VELASQUEZ Y BERTIN PEÑA, por enseñarme el verdadero valor de hacer el bien y apoyarme en cada etapa de mi vida demostrando su confianza y amor hacia mí.

A MIS HERMANAS: NERY PATRICIA PEÑA Y DIANA JISSEL que con su apoyo moral siempre han estado allí cuando las necesito, y que ante toda diferencia se antepone la sangre de nuestros progenitores.

A MIS PRIMOS: HECTOR JOSUE PEÑA y GERSON CARDENAS por brindarme apoyo en las situaciones complicadas que he pasado durante mis años de estudio.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODO PODEROSO por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios UNIVERSITARIOS.

A MIS PADRES NERY VELASQUEZ Y BERTIN PEÑA por su comprensión y perseverancia al educarme y enseñarme principios morales y familiares y nunca dejarme solo en cada paso de mi vida.

A MIS HERMANAS DIANA PEÑA Y NERY PEÑA por ser un pilar fundamental durante toda mi vida.

A mis asesores M. Sc. **RAUL MUÑOZ**, Ph. D. **SANTIAGO MARADIAGA** Ing. **ADRIAN REYES** por sus consejos, tiempo y paciencia para la revisión de este documento de investigación.

A MI ALMA MATER UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA por formarme ACADÉMICAMENTE y trasmitirme sus tres valores fundamentales para la vida (Estudio, Trabajo y Disciplina).

A MIS COMPAÑEROS DE LA CLASE EPSILON por su apoyo durante los cuatro años de estadía juntos, especialmente a **Rigoberto Destephen, Juan Paz, Jasón Ramos, Oscar Ramírez**, y **Marvin Reyes** ya que con ellos pase mis mejores momentos en la institución.

CONTENIDO

	Pag.
ACTA DE SUSTENTACION.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
CONTENIDO.....	iv
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. General.....	2
2.2. Específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Descripción del cafeto	3
3.2. Requerimientos edafoclimáticos.....	3
3.2.1 Suelo.....	4
3.2.2 Temperatura	4
3.2.3. Precipitación.....	4
3.2.4. Nutrición del café.....	5
3.3. Etapas de desarrollo del cultivo	5
3.3.1. Preparación de semilleros.....	5
3.3.2. Tratamiento del sustrato	6

3.3.3. Vivero.....	6
3.3.4. Selección del lugar para el vivero	7
3.3.5. Uso de materia orgánica	7
3.3.6. Trasplante del almácigo a la bolsa	7
3.3.7. Control de plagas y enfermedades	8
3.3.8. Control de malezas	8
3.3.9. Fertilización del vivero.....	9
3.3.10. Fertilizantes foliares	9
3.3.11. Bayfolan forte	10
3.3.12. Época de trasplante.....	10
3.4. Condiciones del suelo para el cultivo de café	11
3.5. Materiales de encalado	11
3.5.1. Grado de finura del material encalante	13
3.5.2. Cal dolomita	13
3.5.3. Cal triple fértil	15
3.5.4. Tipo de correctivo	15
3.6. Resultados de investigación sobre enmiendas calcáreas.....	16
3.6.1. Efecto residual de la cal	18
3.6.2. Viveros usando bioabono (lombricompost)	18
3.6.3. Bioabono a través de lombricultivo.	19
3.6.4. Substratos	20
3.7. Uso de fertilizantes en el cultivo	20
3.7.1. Análisis de suelos	21
3.7.2. Fertilización al suelo	21
3.7.3. Fertilización foliar.....	22
3.7.4. Análisis foliar.	22
3.7.5. Importancia de los macronutrientes.	23

3.7.6. Nutrientes secundarios	24
IV. METODOLOGÍA	25
4.1. Descripción del área.....	25
4.2. Materiales y equipo.....	25
4.3. Tratamientos	25
4.4. Descripción de los tratamientos evaluados.	26
4.6. Variables evaluadas.	28
4.7. Diseño experimental	30
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1. Variables evaluadas en el suelo a los tres y seis meses después de instalado el ensayo.	31
5.1.1. Nivel de pH en el suelo a los tres meses.	31
5.1.2. Nivel de pH en el suelo a los seis meses.	33
5.1.3. Niveles de materia orgánica a los tres meses.	35
5.1.4. Niveles de materia orgánica a los seis meses.	36
5.1.5. Niveles de P asimilable a los tres meses.	38
5.1.6. Niveles de P asimilable a los seis meses.	40
5.1.7. Niveles de K en el suelo a los tres meses.	42
5.1.8. Niveles de K a los seis meses.	44
5.1.9. Niveles de Ca en el suelo a los tres meses.	45
5.1.10. Niveles de Ca en el suelo a los seis meses.	47
5.1.11. Niveles de Mg a los tres meses.	49
5.1.12. Niveles de Mg a los seis meses.	50
5.1.13. Niveles de Al a los tres meses.	52
5.1.14. Niveles de Al a los seis meses.	53
5.1.15. Niveles de Zn a los tres meses.	55
5.1.16. Niveles de Zn a los seis meses.	56

5.1.17. Niveles de Mn a los tres meses.	58
5.1.18. Niveles de Mn a los seis meses.	59
5.1.19. Niveles de Fe en el suelo a los tres meses.	61
5.1.20. Niveles de Fe en el suelo a los seis meses.	62
5.1.21. Niveles de Cu en el suelo a los tres meses.	64
5.1.22. Niveles de Cu a los seis meses.	65
5.1.23. Niveles de Acint (acidez intercambiable) a los tres meses	67
5.1.24. Niveles de Acint (acidez intercambiable) a los seis meses.	68
6.1. Variables evaluadas en la planta a los tres y seis meses.	70
6.1.1. Altura de planta.	70
6.1.2. Diámetro de tallo.	70
6.1.3. Volumen de raíz.	71
6.1.4. Peso fresco de la raíz.	72
VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES	31
VIII. BIBLIOGRAFIA	78
ANEXOS	86
5.1. Nutrientes que contiene el Bayfolan forte.	89
5.2. Nutrientes que contiene el Phyto plus	90
5.3. Nutrientes que contiene el Vitafof	90

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos evaluados.	28
Cuadro 2. Composición química de los materiales encalantes que se utilizaron en el ensayo.	28
Cuadro 3. Resultados del primer análisis de suelo antes de establecer el ensayo.	31
Cuadro 4. Prueba de medias para la variable pH del suelo a los tres meses.	32
Cuadro 5. Prueba de medias para la variable pH del suelo a los seis meses.	34
Cuadro 6. Prueba de medias para la variable materia orgánica del suelo a los tres meses.	35
Cuadro 7. Prueba de medias para la variable materia orgánica del suelo a los seis meses.	37
Cuadro 8. Prueba de medias para la variable P asimilable a los tres meses.	39
Cuadro 9. Prueba de medias para la variable P asimilable a los seis meses.	41
Cuadro 10. Prueba de medias para la variable K del suelo a los tres meses.	43
Cuadro 11. Prueba de medias para la variable K del suelo a los seis meses.	44
Cuadro 12. Prueba de medias para la variable Ca del suelo a los tres meses.	46
Cuadro 13. Prueba de medias para la variable Ca del suelo a los seis meses.	48
Cuadro 14. Prueba de medias para la variable Mg del suelo a los tres meses.	49
Cuadro 15. Prueba de medias para la variable Mg del suelo a los seis meses.	51
Cuadro 16. Prueba de medias para la variable Al del suelo a los tres meses.	52
Cuadro 17. Prueba de medias para la variable Al del suelo a los seis meses.	54
Cuadro 18. Prueba de medias para la variable Zn del suelo a los tres meses.	55
Cuadro 19. Prueba de medias para la variable Zn del suelo a los seis meses.	57
Cuadro 20. Prueba de medias para la variable Mn del suelo a los tres meses.	58
Cuadro 21. Prueba de medias para la variable Mn del suelo a los seis meses.	60
Cuadro 22. Prueba de medias para la variable Fe del suelo a los tres meses.	61
Cuadro 23. Prueba de medias para la variable Fe del suelo a los seis meses.	63
Cuadro 24. Prueba de medias para la variable Cu del suelo a los tres meses.	64
Cuadro 25. Prueba de medias para la variable Cu del suelo a los seis meses.	66

Cuadro 26. Prueba de medias para la variable Acint del suelo a los tres meses.	67
Cuadro 27. Prueba de medias para la variable acidez intercambiable del suelo a los seis meses.	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de pH encontrados para cada uno de los tratamientos a los tres meses después de instalado el ensayo.	33
Figura 2. Niveles de pH encontrados en el suelo/tratamiento/bloque a los seis meses después de instalado el ensayo.	34
Figura 3. Contenido de materia orgánica (meq) a los tres meses por tratamiento/bloque.	36
Figura 4. Niveles de materia orgánica encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.	38
Figura 5. Niveles de P asimilable encontrados en el suelo/tratamiento/bloque a los tres meses.	40
Figura 6. Niveles de P asimilable encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.	41
Figura 7. Niveles de K encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.	43
Figura 8. Niveles de K encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.	45
Figura 9. Niveles de Ca encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.	47
Figura 10. Niveles de Ca encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.	48
Figura 11. Niveles de Mg encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.	50
Figura 12. Niveles de Mg encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.	51
Figura 13. Niveles de Al encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.	53
Figura 14. Niveles de Al encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.	54
Figura 15. Niveles de Zn encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.	56

Figura 16. Niveles de Zn encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.	57
Figura 17. Niveles de Mn encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.	59
Figura 18. Niveles de Mn encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.	60
Figura 19. Niveles de Fe encontrados en el suelo/tratamiento/bloque a los tres meses.	62
Figura 20. Niveles de Fe encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.	63
Figura 21. Niveles de Cu encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.	65
Figura 22. Niveles de Cu encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.	66
Figura 23. Niveles de acidez intercambiable encontrados en el suelo/tratamientos/bloque.	68
Figura 24. Niveles de acidez intercambiable encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.	69
Figura 25. Altura de planta al día cero, tres meses y seis mese	70
Figura 26. Diámetro del tallo al día cero, tres meses y seis meses.	71
Figura 27. Volumen de raíz a los seis meses.	72
Figura 28. Diámetro del tallo a los seis meses.	73

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Aleatorización de los tratamientos y croquis de campo.	86
Anexo 2. Tamaño y número de plantas por parcela	87
Anexo 3. Cronograma de actividades.	88
Anexo 4. Presupuesto de materiales utilizados.	89
Anexo 5. Composición de diferentes fertilizantes foliares existentes en el mercado. ...	89
Anexo 6. Requerimientos nutricionales del cultivo de café.....	91
Anexo 7. Hoja de toma de datos.....	92

Peña Velásquez, EB, 2014. Efecto sobre plántulas de café de dos calcáreos combinados con abono orgánico, en suelos desaturados. Tesis Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas Olancho, Honduras C.A 107 p.

RESUMEN

El experimento se realizó en el centro experimental la Fé, del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). Se evaluaron dos alternativas de encalado en suelos desaturados en la producción de plántulas de café en vivero, con el objetivo de mejorar las condiciones de suelo y producir plantas de calidad que garanticen su desarrollo y asimilación al momento de llevarlas al campo definitivo. Se utilizó el DBCA, con 14 tratamientos (incluyendo dos testigos) y cuatro repeticiones, los tratamientos fueron (siete con lombricompost y siete sin lombricompost), las fuentes calcáreas fueron: cal dolomita y cal triple fértil, cada bolsa se llenó con 910 g de sustrato (suelo + lombricompost) + caliza con dosis/bolsa de 13.4, 20.2 y 26.9 gramos/fuente. Se realizaron tres muestreos a los 0, 90 y 120 días, en general las plantas más sanas y vigorosas se obtuvieron en los tratamientos con presencia de lombricompost, sin embargo en las variables: desarrollo radicular, altura de planta, diámetro de tallo y mejor ganancia de peso fresco de la raíz no se encontró diferencia estadística ($P < 0.05$) con los testigos, debido posiblemente a la edad de planta (seis meses) en el momento del muestreo. La prueba de medias Tukey en los muestreos efectuados a los 90 y 120 días indican diferencias estadística significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos. Las fuentes calcáreas (Dolomita y Triple fértil) fueron capaces de modificar (mejorar) las condiciones químicas del suelo cuyos mayores datos obtenidos a los 0, 90 y 120 días para **cal dolomita** fueron: pH (4.21, 7.54 y 7.52), materia orgánica (2.83, 10.63 y 9.28 meq), Al (4.8, 0.02 y 0.02) P asimilable (0.64, 1.83, 6.18 meq), K (0.16, 2.26 y 1.10 meq), Ca (0.55, 14.90 y 14.38 meq) Mg (0.18, 9.50 y 8.30 meq) Zn (1.77, 4.17 y 5.80 ppm), Mn (6.89, 20.10 y 21.53 ppm), Fe (10.88, 3.60 y 4.88 ppm), Cu (0.35, 0.20 y 0.11 ppm) y Acint (5.2, 0.03 y 0.04 meq) y con **cal triple fértil** fueron: pH (4.21, 7.27, 7.14), materia orgánica (2.83, 12.40 y 11.31 meq), Al (4.8, 0.02 y 0.02 meq), P asimilable (0.64, 3.55 y 8.61 meq), K (0.16, 2.50 y 0.87 meq), Ca (0.55, 19.66 y 17.60 meq), Mg (0.18, 7.48 y 6.09 meq), Zn (1.77, 3.90 y 5.04 ppm), Mn (6.89, 13.75 y 17.57 ppm), Fe (10.88, 3.23 y 3.57 ppm), Cu (0.35, 0.25 y 0.15 ppm) y Acint (5.2, 0.03 y 0.04 meq). En general las dosis/bolsa de 13.4, 20.2 y 26.9 gramos/fuente (dolomita y triple fértil), mostraron resultados similares en cuanto a la mejora de las características químicas del suelo en comparación con los testigos.

Palabras claves: vivero, cal dolomita, cal triple fértil, pH, materia orgánica, macronutrientes y micronutrientes.

I. INTRODUCCIÓN

La caficultura nacional, actividad con mayor influencia en la economía del país, no puede ni debe quedarse rezagada ante los inminentes cambios que ocurren en la producción y comercialización mundial. Estos cambios requieren de la generación y transferencia de tecnología que permita a la caficultura, modernizarse, para enfrentar los retos de la época actual, caracterizados por mercados mucho más exigentes en donde la productividad y calidad del grano son de vital importancia; sin olvidar que debe propiciarse la calidad del medio ambiente a través del manejo y conservación de los recursos naturales existentes (Lemus 2006).

El cafeto se adapta mejor en suelos de reacción ácida a ligeramente ácida (pH de 5.5 a 6.5). Puede crecer bien aun en suelos de pH más ácido, siempre y cuando el nivel de calcio y magnesio no sea limitante. Con cierta frecuencia se observa respuesta del cafeto al encalado en suelos con pH menores de 6. Es importante no incurrir en errores de sobre encalado, porque esto propicia de inmediato las deficiencias de micronutrientes como hierro, zinc y boro, por lo que los requerimientos de cal deben ser determinados con base a un análisis de laboratorio (Chirinos s.f.).

La acidez de los suelos constituye un problema de importancia en la producción agrícola, la acidez afecta de una forma muy particular y determinante algunas de las características químicas y biológicas del suelo, de modo que en general, reduce el crecimiento de las plantas, ocasiona la disminución de la disponibilidad de algunos nutrientes como calcio, magnesio, potasio y fósforo; y favorece la proliferación de elementos tóxicos para las plantas como el aluminio y el manganeso (Molina 1998).

Existen diversas alternativas de manejo de suelos para corregir los problemas de acidificación como ser la aplicación de enmiendas calcáreas, uso de fosfato en grandes cantidades y la adición de humus (Campillo y Sadzawlca 2005). La investigación realizada tuvo como propósito determinar el efecto de dos productos calcáreos combinados con abono orgánico para incrementar el pH del suelo, con el fin de mejorar la calidad de la planta en vivero.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Determinar el efecto de dos calcáreos (cal dolomita y triple fértil) más abono orgánico, en suelos desaturados utilizados en viveros de café.

2.2. Específicos

Conocer cuál de los tratamientos presenta el mejor efecto en relación a la mejora de las características químicas y biológicas del suelo.

Determinar que tratamiento presenta el mejor efecto en relación a la altura de la planta, grosor de tallo, volumen de raíz y densidad foliar.

Seleccionar el mejor tratamiento en cuanto al desarrollo de las plántulas y menor costo económico.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Descripción del cafeto

La planta del café, pertenece a la familia botánica de las Rubiáceas y tiene la capacidad de ser un cultivo permanente y existen muchas variedades que son cultivadas en nuestro país, en distintas zonas cafetaleras. Estas plantas, producen el grano de café, que es la materia prima que se procesa por varios pasos y luego se obtiene el café molido que mezclado con agua caliente, produce una infusión (López 2007).

El cafeto es un árbol o arbusto perenne de fuste erecto que en estado natural puede alcanzar los 10 metros pese que en cultivos se mantiene a una altura aproximada de tres metros. Posee hojas elípticas oscuras y coriáceas de dimensiones que pueden ir desde los cinco a quince centímetros de ancho. *C. arábica* es la especie que tiene las hojas más grandes. La primera floración se obtiene a partir del tercer o cuarto año de crecimiento con inflorescencias axilares y fragantes, se agrupan en glomérulos (Wrigley, citado por Gonzales 2007).

El sistema radicular está compuesto por una raíz principal o pivotante, raíces axiales, raíces laterales superficial y absorbente. Estas son renovadas continuamente ya que la absorción de nutrimentos y agua se da predominantemente en tejidos nuevos (Sosa 2001).

3.2. Requerimientos edafoclimáticos

Se refiere a la descripción de los principales factores que intervienen en el buen desarrollo de una planta de café desde su manejo en vivero hasta la siembra en el campo definitivo.

3.2.1 Suelo

En relación al suelo, si bien es cierto el café presenta una notable adaptación a diferentes condiciones edáficas, se esperara los mejores resultados productivos en suelos profundos (mayor 1.5 m.), de una acidez moderada (pH 5.0 a 6.5), altos contenidos de materia orgánica (mayor a 5%), elevados porcentajes de saturación de bases, adecuados contenidos de macro y micronutrientes y ausencia de elementos en niveles tóxicos. Todo esto acompañado de texturas medias (francas a franco arcillosas) que junto a buenas condiciones estructurales favorecen un apropiado balance entre el drenaje del suelo y su capacidad de retener agua (Cháves 1999).

3.2.2 Temperatura

El café se desarrolla y produce mejor cuando se tiene en ambientes con temperaturas promedio de 23° C durante el día y 17°C en la noche; el exceso de temperatura reduce la productividad por que perjudica la floración. Además, la planta es menos eficiente y dificulta el traslado de sustancias producidas por las hojas a otras partes de la planta (OIRSA 2000).

3.2.3. Precipitación

Sosa (2001) menciona que la caficultura hondureña se desarrolla mejor en regiones con precipitaciones que fluctúan entre los 1200 y 1800 mm/año. A pesar que las necesidades hídricas del cafeto son consideradamente elevadas, éste también requiere de un corto período seco de 2 a 3 meses, tiempo durante el que se estimula la inducción, la apertura o antesis y el inicio del desarrollo floral. Debido a que el cafeto se da bien en suelos de laderas con limitantes para guardar aguas lluvias, se le atribuye una ligera o moderada tolerancia a los déficit hídricos; sin embargo, sequías de más de un mes provocan pérdidas en la cosecha por caída de frutos o el aumento del número de frutos vanos o verdes que no completan su maduración.

El café se cultiva en lugares con una precipitación que varía desde los 750 mm anuales (7,500 m³/ha) hasta 3000 mm (30,000 m³/ha); sin embargo, el mejor café se produce en

aquellas áreas donde la precipitación pluvial anual esta entre 2000 y 3000 mm (Departamento.... 2006).

3.2.4. Nutrición del café

Todos los seres vivos, solo por el simple hecho de seguir con sus actividades naturales de crecimiento, mantenimiento y reproducción, necesitan de grandes cantidades de energía para reponer las que utilizan. Los animales por ser heterótrofos adquieren esta energía de la comida que ingieren, por el contrario las plantas son organismos autótrofos que transforman, por medio de la fotosíntesis, los minerales de varios tipos que son absorbidos por el sistema radicular (Rodríguez 2001).

3.3. Etapas de desarrollo del cultivo

Para tener una plantación de café se inicia con la selección de la semilla y elaboración del vivero, en donde se debe realizar una serie de actividades con el fin de asegurar la obtención de plantas de calidad; entre esas acciones se mencionan las siguientes:

3.3.1. Preparación de semilleros

El semillero es el medio utilizado para la siembra de la semilla y donde ésta permanecerá entre 50 y 75 días previos al trasplante, el sustrato para la preparación del semillero debe ser preferentemente de arena de río, la que producirá un buen drenaje y disminuirá los riesgos de ataques de enfermedades producidas por hongos.

El primer paso, quizá el más importante cuando se va a establecer un semillero de café o de cualquier cultivo, es el de disponer de semilla bien seleccionada, con alto poder de germinación, además de la pureza genética y sanidad, porque de ello depende en gran medida, el éxito de la futura siembra (Mora 2008).

3.3.2. Tratamiento del sustrato

Para prevenir enfermedades y obtener plántulas sanas, es necesario hacer un tratamiento del sustrato, el cual lo realizamos mediante los siguientes controles; Control cultural y control químico (OIRSA 2002).

3.3.3. Vivero

El éxito de la futura siembra dependerá de la calidad de la planta que se lleve al campo, la hechura de un buen vivero es parte fundamental en el éxito de la futura plantación.

En Honduras existen dos formas de hacer los viveros de café: uno en bolsas de polietileno y el otro directamente en el suelo, las dos opciones son adecuadas para la producción de plantas, sin embargo el productor decide por la alternativa más apropiada para sus condiciones. A continuación se describen aspectos importantes que hay que tomar en cuenta para construir los viveros en cualquiera de sus modalidades (Ordoñez 2001).

El vivero en una plantación típica, debe estar situado en el mejor terreno disponible. Si es posible se utiliza tierra virgen (no ha sido utilizada en otra actividad agrícola) para minimizar las enfermedades fungosas. Cada almácigo se prepara para ser el sostén del vivero, limpiándolo de piedras, nivelando el terreno y bajo una ligera sombra. El material genético de siembra se selecciona cuidadosamente en cuanto a su adaptabilidad a las condiciones locales, lo mismo que por su capacidad de alto rendimiento, resistencia a las enfermedades y demás criterios agronómicos (Departamento...2006).

El riego en el semillero deberá de realizarse de acuerdo a las condiciones del lugar, de la textura del sustrato y de la cobertura utilizada. El riego se recomienda realizarlo dos a tres veces por semana o bien en días alternos (Ordoñez 2001).

Cuando las plantas alcanzan una altura de 15 a 20 cm, están listas para su trasplante a campo definitivo. El éxito de la plantación en el campo depende de la calidad de plantas que se siembran por ello es fundamental producir un buen vivero (Ordoñez 2001).

3.3.4. Selección del lugar para el vivero

Según (Ordoñez 2001) el lugar donde se debe establecer el vivero debe contar con las siguientes características; cerca del lugar definitivo de plantación, cerca de una fuente de agua, fácil acceso, es importante que esté protegido de vientos fuertes y de los animales, el terreno debe ser lo más plano posible, de lo contrario, hay que nivelarlo.

3.3.5. Uso de materia orgánica

Es recomendable el uso de abonos orgánicos principalmente la pulpa de café, ya que se encuentra disponible en la finca, ésta debe estar previamente descompuesta, ya sea por medio de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) o bien en aboneras. Lo importante que al mezclar abono orgánico con suelo, enriquece la composición química del sustrato.

En algunos trabajos de investigación realizados por IHCAFE, se ha encontrado que al mezclar entre 70 y 80 paladas de suelo y entre 20 y 30 paladas de abono orgánico más una libra de 18-46-0, da como resultado una mezcla óptima para producir plantas con buen desarrollo vegetativo y buenas condiciones fitosanitarias (Ordoñez 2001).

3.3.6. Trasplante del almácigo a la bolsa

Según (Ordoñez 2001) un día antes del trasplante es necesario realizar un riego profundo con el propósito de facilitar la extracción de las plántulas. El desarrollo adecuado para realizar la siembra es cuando la plántula está en etapa de chapola, (cuando sus hojas cotiledonales están abiertas). Para realizar el trasplante es necesario tomar en consideración las siguientes precauciones;

Selección de plántulas sanas, vigorosas y con raíz bien formada evitar la deshidratación, cuando se siembra la plántula se debe enterrar hasta el cuello de la raíz, para realizar las actividades de trasplante es necesario asignar un encargado específico que tenga experiencia en esta labor, así como habilidad para dirigir personal y detectar errores que pueden causar daños posteriores.

En algunas fincas se sumergen las plántulas en agua para lavarles el suelo y poder detectarles lesiones o manchas, así mismo para evitar su deshidratación, esto puede ser negativo cuando hay presencia de brotes de mal del talluelo en el semillero, ya que un recipiente con agua contaminada puede diseminar los hongos a gran número de plantitas sanas. Así mismo en algunos lugares se hace un tratamiento preventivo para mal del talluelo, para lo cual se sumergen las chapolas en un fungicida por un tiempo aproximado de cinco minutos para posteriormente realizar la siembra (Ordoñez 2001).

Otro aspecto muy importante que se tiene que considerar en la siembra, es el cuidado de la posición de la raíz, ya que ésta cuando tiene defectos por mala siembra puede afectar la planta con un mal anclaje, produciendo un sistema radicular deficiente que afecta el desarrollo y crecimiento normal de la planta.

3.3.7. Control de plagas y enfermedades

Se debe revisar periódicamente el semillero, para detectar si hay ataque de enfermedades, especialmente del hongo que causa el mal del talluelo, el cual debe ser controlado cuando aparezcan las primeras plántulas con los síntomas, eliminado inicialmente las enfermas, para evitar propagación, luego es necesario realizar una aspersión con funguicidas (Ordoñez 2001).

3.3.8. Control de malezas

El control de malezas en viveros se hace de preferencia en forma manual, utilizando el azadón para eliminar las malezas de la calle, y manualmente las malezas que crece dentro de la bolsa. Otras prácticas, como el uso de arena blanca sobre la superficie de la bolsa, disminuye la incidencia de malezas. El uso de herbicidas es efectivo pero delicado, ya que puede causar fitotoxicidad cuando no se aplica adecuadamente (Ordoñez 2001).

3.3.9. Fertilización del vivero

Cuando utilizamos fertilización granular al suelo, se recomienda hacer la primera aplicación 30 días después de haber sido pasada la plantita a la bolsa y depositando 4 gramos de fertilizante 18-46-0 por cada bolsa, aproximadamente esta cantidad de fertilizante equivale al contenido de una chapita de refresco, 45 días después de la primera aplicación de fertilizante es necesario realizar la segunda fertilización para lo cual se utiliza la misma cantidad de fertilizante (Ordoñez 2001).

Según la Asociación Salvadoreña para Investigaciones del Café (2008) en vivero el fertilizante se aplica después de remover la capa superior del sustrato en la bolsa, teniendo cuidado de no colocarlo al pie de la planta. Las dosis más frecuentes de fertilizantes varían de 0.48 a 0.60 g de N y K₂O, y de 0.60 a 0.96 g de P₂O₅ por bolsa (Arizaleta *et al* 2002).

3.3.10. Fertilizantes foliares

Para complementar una buena nutrición es necesario el uso de fertilizantes foliares, ya que estos ayudan a la planta a suplir las necesidades de micronutrientes y procurar un buen desarrollo del vivero. El uso de fertilizantes foliares debe realizarse cuando la planta tiene dos pares de hojas verdaderas. Esta práctica debe realizarse cada 30 días, pudiéndose realizar un máximo de cuatro aspersiones foliares en toda la etapa del vivero.

En café se ha comprobado experimentalmente la absorción foliar de soluciones acuosas de urea al 1%, bórax al 1%, sulfato de amonio al 3%, fosfato monoamónico (MAP) al 3%, cloruro de magnesio al 3% y sulfato de magnesio al 3%. El sulfato de hierro al 3% se absorbe pero no se trasloca dentro de la planta (Valencia s.f.).

Según (Valencia s.f.) no se recomienda la fertilización foliar en cafetales, pues su efecto, por las bajas concentraciones de nutrientes utilizadas, es de corta duración, insuficiente, innecesaria y muchas veces antieconómica. En el mercado existen varios productos que pueden recomendarse entre ellos los siguientes (Ordoñez 2001).

N°	Nombre comercial	Dosis por litro de agua	Contenido de nutrientes
1	Vitamento M	6 g	K, P, K, Zn
2	Bayfolan forte	3 - 4 ml	N, P, K, S, B, Ca, Cu, Co, Mn, Mo, Mg, Zn.
3	Vitel + Vitafol	3 g	N, P, K, Fe, B, Cu, Co, Mn, Mo, Zn. Vitel: P, K
4	Phyto plus	3 ml	N, K, Mg, Zn, B, S, P, Mn, Cu.

Fuente: Ordoñez 2001.

La concentración de los nutrientes varía entre los productos comerciales (Ver anexo 5).

3.3.11. Bayfolan forte

Es un fertilizante foliar completo con todos los nutrientes minerales esenciales para las plantas y otros ingredientes para el mejor resultado en su cosecha. Todos los componentes de Bayfolan se solubilizan completamente al ponerlos en el agua del tanque. Por eso la planta los aprovecha íntegramente, resultando en cultivos vigorosos y cosechas más abundantes y de calidad (Bayer s.f.).

3.3.12. Época de trasplante

Es importante realizar el trasplante al campo definitivo en épocas de abundante precipitación, lo cual favorecerá una rápida adaptación de la planta y disminuirá el riesgo de pérdidas.

Debe de planificarse la construcción de viveros entre los meses de marzo y abril, para efectuar la siembra al campo definitivo a los 4 ó 5 meses de edad cuando por lo menos posea 6 pares de hojas verdaderas. En todo caso se debe de planificar que la siembra coincida con las lluvias, ya que esto favorecerá el pegue de la futura plantación.

Según estudios realizados por (CENICAFE s.f.) al momento de trasladar las plantas del vivero al campo definitivo, se debe eliminar la bolsa de polietileno que cubre el pilón antes de colocarla en el agujero. Es importante que el pilón con la planta quede en el centro del agujero, con el cuello de la raíz a nivel del suelo (cuello es el punto de unión entre la raíz y el tallo de la planta). Al momento de la siembra se debe apretar la tierra contra el pilón, teniendo cuidado de que no queden cámaras de aire, para evitar que el agua se almacene y cause problemas de pudrición y muerte de la raíz.

3.4. Condiciones del suelo para el cultivo de café

El cafeto se adapta mejor en suelos de reacción ácida a ligeramente ácida (pH de 5.5 a 6.5). Puede crecer bien aun en suelos de pH más ácido, siempre y cuando el nivel de calcio y magnesio no sea limitante. Con cierta frecuencia se observa respuesta del cafeto al encalado en suelos con pH menores de 6. Es importante no incurrir en errores de sobre encalado, porque esto propicia de inmediato las deficiencias de micronutrientes como hierro, zinc y boro, por lo que los requerimientos de cal deben ser determinados con base aún análisis de laboratorio (Chirinos s.f.).

La acidez de los suelos constituye un problema de importancia en la producción agrícola, la acidez afecta de una forma muy particular y determinante algunas de las características químicas y biológicas del suelo, de modo que en general, reduce el crecimiento de las plantas, ocasiona la disminución de la disponibilidad de algunos nutrimentos como calcio, magnesio, potasio y fósforo; y favorece la proliferación de elementos tóxicos para las plantas como el aluminio y el manganeso (Molina 1998).

El encalado junto con la siembra de especies tolerantes constituyen las prácticas más apropiadas y económicas para corregir los problemas de acidez. Sin embargo, es común encontrar que los criterios utilizados para la aplicación de los materiales de encalado existentes en el mercado, no cumplen los requisitos mínimos de calidad para asegurar el éxito de su empleo (Molina 1998).

3.5. Materiales de encalado

La calidad de los materiales encalantes depende principalmente de los siguientes factores; Grado de finura, valor de neutralización, contenido de otros nutrientes, costos de producción, transporte y distribución (Rodríguez 1993).

El encalado consiste en la aplicación masiva de sales básicas con el objeto de neutralizar la acidez del suelo causada por hidrógeno y aluminio. Los productos que se utilizan como alcalinizantes o correctivos de la acidez del suelo son principalmente carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio y/o magnesio. Debido a su diferente naturaleza química, estos materiales presentan una capacidad de neutralización variable (Suarez 1994).

Esta práctica agronómica se fundamenta en que en el rango de pH de 6,5 a 7 el proceso de fijación simbiótica del nitrógeno alcanza su máxima eficiencia. Además en este rango el P, Ca, Mg y Mo presentan su máxima disponibilidad. Por otro lado, la solubilidad del Al, Fe y Mn aumenta en suelos ácidos, pudiendo alcanzar niveles tóxicos para los vegetales. Los microorganismos responsables de la dinámica degradativa de la materia orgánica y por lo tanto del ciclaje del N, P y S orgánico incrementan su nivel de actividad a pH cercanos a la neutralidad (Tanaka *et al.* 1987).

Según (Tanaka *et al.* 1987), no todos los cultivos se ven afectados en igual medida por la acidez del suelo. Algunas especies presentan su mayor productividad a pH ácidos, tal como los arándanos y en menor medida la papa; ello obedece a que cada especie posee un rango de pH en el cual su producción es máxima y se conoce como pH óptimo.

En el ámbito agrícola se señala erróneamente a varios productos fertilizantes como correctores de la acidez del suelo por presentar contenidos importantes de calcio. El yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) no es un producto alcalinizante como a veces se indica, sino de reacción neutra. Se tiende a confundir como efecto alcalinizante el hecho de aportar calcio, pero esto no se permite neutralizar los iones hidrógeno (H^+) y aluminio (Al^{+3}) de la solución de suelo (Suarez 1994).

Este efecto del yeso se puede apreciar en un experimento de establecimiento de praderas mixtas. Luego de un año de su incorporación, la aplicación de alta dosis de yeso incrementó el calcio de intercambio como era de esperar, pero, tanto el pH como el aluminio de intercambio permanecieron sin variación (Suarez 1994).

Es decir, los niveles de acidez inicial del suelo no fueron neutralizados por el yeso. Sin embargo, el yeso puede ser más efectivo en reducir el aluminio intercambiable en el subsuelo que el carbonato de calcio porque, al ser más soluble, desciende más rápidamente en el perfil, luego los iones Ca^{+2} reemplazan a los iones AL^{+3} del complejo de intercambio, los cuales reaccionan con los iones SO^{+2} formando iones ALSO_4 que no son fitotóxicos (Tanaka *et al.* 1987).

3.5.1. Grado de finura del material encalante

La finura del material representa una medida de la velocidad de reacción de la cal agrícola (Beegle y Lingenfelter 1990). Esto se debe a que la velocidad de la reacción de la cal en el suelo depende de la superficie del producto en contacto con el suelo. Como el material calcáreo afecta un pequeño volumen de suelo alrededor de cada partícula de cal, mientras más fino es el material, tiene más superficie de contacto con el suelo para neutralizarlo y, por lo tanto, reacciona más rápido (Campillo y Sadzawlca 2005).

Cuando se utiliza calcita o dolomita es necesario asegurarse que el material sea molido a un tamaño de partícula adecuado. Las partículas gruesas de cal reaccionan más lentamente mientras que las partículas finas lo hacen más rápidamente y en forma completa. El costo de la cal aumenta con el grado de fineza de la molienda, Lo ideal es utilizar un material que requiera un mínimo de molienda y que a la vez tenga una cantidad suficiente de material fino que permita un cambio rápido de pH (Campillo y Sadzawlca 2005).

3.5.2. Cal dolomita

Alta en magnesio, es una alternativa eficaz para corregir suelos ácidos y sobre todo para corregir la relación calcio - magnesio en algunos suelos, la cual no debe ser mayor de 2/1 respectivamente. Por regla general se recomienda aplicar 1.5 toneladas de cal dolomita por cada 1 mili equivalente de aluminio intercambiable encontrado en el análisis de suelos (Pro Mical s.f.).

Por ser una enmienda que reacciona gradualmente en el suelo, la cal dolomita mantiene un efecto residual básico prolongado; es decir que las partículas más finas actúan en los primeros tres meses y las partículas más gruesas siguen reaccionando hasta después de un año y medio de su aplicación. Por el contrario, los fertilizantes que son más solubles y susceptibles de perderse por el lavado del suelo (Pro Mical s.f.).

La cal dolomita debe aplicarse de manera uniforme al voleo o con arado mínimo de 30 días antes de que el cultivo sea sembrado, trasplantado o abonado, para que la cal pueda reaccionar y mejorar la estructura y acidez del suelo.

La aplicación a largo plazo de ciertos fertilizantes nitrogenados (particularmente sulfato de amonio) sin aplicaciones de cal, lo cual provoca una disminución gradual del pH. A su vez, aumenta el grado de solubilización de Al^{3+} y Mn^{2+} en los suelos y se puede ver perjudicado el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas (Foy *et al.* 1978, Fassbender y Bornemisza 1987, Galindo 1989 citado por Morales *et al.* 1996, demostraron que el decaimiento se debe primordialmente a causas abióticas y no a agentes infecciosos y (Ortiz *et al.* 1996), lograron reducir parcialmente el problema con acidificación del suelo en invernadero.

Según estudios realizados por (INIA 2005). En el caso de utilizarse una cal dolomítica (carbonato doble de calcio y magnesio), la hidrólisis del material sigue la misma secuencia anterior, a la vez que se produce un incremento en el contenido de magnesio del suelo en función de la concentración que presente la cal dolomítica.

En investigaciones realizadas demuestran que los mecanismos de reacción de los materiales encalantes permiten la neutralización de la acidez en la solución del suelo al ponerse en contacto la cal con el agua del suelo. Es por esta razón que la cal es efectiva solamente cuando existe humedad en el suelo. Adicionalmente, el efecto correctivo de la cal se limitara al volumen de suelo donde fue aplicada (Campillo y Sadzawlca. 2005)

La explotación del café en suelos ácidos, como los de las zonas cafetaleras de Los Linderos, Santa Barbara; Río Amarillo, Copán; La Cooperativa y Lajas en Comayagua; el Chelón, Guaimaca y Los Zapotes, Campamento, Olancho etc., donde los datos de

análisis y caracterización de estos suelos nos demuestran el elevado contenido de aluminio intercambiable, tiene como consecuencia contenidos bajos de bases intercambiables, principalmente calcio y magnesio (Herrera s.f.).

Estas características restringen el crecimiento de las raíces y aun cuando el café ha demostrado ser una planta con tolerancia a altas concentraciones de aluminio, se ha obtenido mediante datos experimentales de que la aplicación de cal -1dolomita en dosis de 1,283 Kg/ha en la banda de fertilización ha incrementado la producción en un 37% en las zonas de Comayagua y en un 38% en las zonas cafetaleras de Campamento, Olancho (Herrera s.f.).

Según (Herrera s.f.), es inadecuado realizar aplicaciones deliberadas de cal en el cafetal, ya que, al aplicar una sobre dosis de cal dolomita, traen como consecuencia efectos nocivos pues algunos micronutrientes como Mn, Fe, B, Cu y Zn, se pueden volver no disponibles y provocar deficiencias. También puede causar efectos perjudiciales en la reducción de la percolación de agua. De acuerdo con lo anterior, es necesario e imprescindible realizar las aplicaciones de cal según recomendaciones del análisis de suelos.

3.5.3. Cal triple fértil

Es la única enmienda que actúa en todo el perfil del suelo protegiendolo de la acidez y del aluminio tóxico al 100% del sistema radicular, trabaja a nivel superficial neutralizando el pH del suelo y actúa en la parte profunda neutralizando el aluminio tóxico (Grupo PARS, s.f.).

3.5.4. Tipo de correctivo

Una misma condición de acidez, es decir un mismo pH puede corresponder a deficiencias de bases en diferentes proporciones, por lo que el análisis del porcentaje de saturación de cada catión será el mejor indicador respecto de que correctivo o combinación de ellos se debe utilizar.

El carbonato de calcio puro es el producto de referencia de todos los materiales utilizados para el en- calado de suelos y por ello se le asigna un valor de neutralización igual a 100, parámetro también conocido como equivalente carbonato de calcio (Magra y Ausilio s.f.).

3.6. Resultados de investigación sobre enmiendas calcáreas

En investigaciones hechas por Meléndez y Molina (2001) en el cultivo de piña del efecto de la cal dolomita sobre la acidez, pH del suelo y porcentaje de saturación de acidez. Con el encalado se observó un efecto lineal sobre los indicadores de acidez del suelo (pH, acidez y saturación de acidez) y suma de bases. Sobre el indicador de pH se observó que el tratamiento sin encalar presentó una disminución, probablemente debido al efecto residual ácido de la fertilización.

En el muestreo realizado al quinto mes, se observó que el valor de pH está por debajo en el testigo, dos, cuatro y seis toneladas de cal dolomita, que en el muestreo inicial, quizás debido a que el efecto acidificante del fertilizante fue mayor que el efecto de la cal dolomita a esa fecha (Ortiz 2008).

A pesar de usar dosis elevadas de cal dolomita (hasta 8 t/ha), el valor de pH no logró subir a 5,5 que es el valor mínimo usado en Costa Rica para diagnosticar problemas de acidez, esto quizás se debe a que los suelos del trópico provienen de sistemas de óxidos y aluminosilicatos revestidos de óxidos, como lo indica (Bertch, citado por Ortiz 2008).

Valerio y Molina (2012) muestran que al utilizar una enmienda líquida en el rendimiento del arroz, se obtienen diferencias significativas entre tratamientos en el rendimiento de arroz en granza. Todos los tratamientos de enmienda líquida superaron al testigo en rendimiento. El tratamiento de Cal en dosis de 8 lts. ha presentó el rendimiento más alto, con 6300 kg/ha, que mostró diferencias significativas con respecto al testigo y superándolo en 1,8 t/ha de grano. La enmienda líquida suministró Ca a las plantas de arroz, elemento que se encontraba ligeramente bajo en este suelo.

Con las variables tamaño de espiga y granos totales no hubo efecto significativo de tratamiento, pero todos los tratamientos de enmienda líquida fueron superiores al testigo, al ser el tratamiento de Cal en dosis de 8 l/ha^{-1} el que mostró el valor más alto con ambas variables. Además es probable que el contenido de N de la Cal, estimuló también un mayor crecimiento de las plantas de arroz que ayudó a mejorar el rendimiento de grano en los tratamientos con la enmienda líquida (Valerio y Molina 2012).

Según Díaz y Marcano (1995) en evaluaciones de efecto de tres dosis de cal agrícola sobre el crecimiento y producción de dos cultivos de yuca el análisis químico del suelo al final del experimento presentó variaciones en los contenidos promedio de calcio, aluminio y pH. La concentración de calcio y el pH tendieron a incrementar, mientras que la concentración y porcentaje de saturación de aluminio tendió a decrecer con las aplicaciones de cal. El pH ascendió de 4,8 a 5,3 y el calcio de 7,0 a 10 cmol/kg. El aluminio descendió de 0,36 a 0,23 cmol/kg con una reducción del porcentaje de saturación en el complejo de cambio de 21,2 a 12,4 %.

En investigaciones realizadas por (Pinochet *et al.* 2005) sobre evaluación de la calidad agrícola de cuatro enmiendas calcáreas en un suelo ácido derivado de cenizas volcánicas Independientemente de la enmienda calcárea aplicada, los valores de pH, Ca intercambiable y suma de bases de intercambio aumentaron significativamente en relación al control sin aplicación y presentaron un incremento lineal con la dosis de enmienda aplicada. Por su parte, al aumentar la dosis de enmienda, tanto los valores de aluminio intercambiable como los de porcentaje de saturación de aluminio disminuyeron significativamente con respecto al control sin aplicación en todas las dosis de enmienda aplicada.

Debido a la naturaleza exponencial de la disminución del aluminio intercambiable y porcentaje de saturación de aluminio con la adición de cal, todas las enmiendas provocaron disminuciones significativas entre las dosis de 1 y 3 g de enmienda por kg de suelo. Entre la dosis de 3 y 6 g de enmienda por kg de suelo, sólo algunas de ellas difirieron significativamente, tanto para los valores de Al intercambiable como para los de saturación de aluminio.

3.6.1. Efecto residual de la cal

El efecto residual de la cal depende de su velocidad de reacción o reactividad en el suelo. Provoca aumentos en el pH del suelo hasta niveles de 7, incrementa la capacidad de intercambio catiónico liberando calcio y magnesio intercambiables (Peña 2014). Por lo tanto es recomendable efectuar análisis de suelo de control para diagnosticar la oportunidad para efectuar un encalado de mantenimiento (Magra y Ausilio s.f.).

3.6.2. Viveros usando bioabono (lombricompost)

En Honduras, como en (Colombia, México y resto de países miembros de PROMECAFE), han realizado estudios de substratos para mantener el pie de cría de lombriz roja californiana y producción de bioabono; para ello han utilizado vacaza, pulpa de café, pseudo tallo de banano, porcinaza, conejaza y gallinaza, Encontrándose que los mejores substratos para mantener un buen pie de cría de este anélido y obtener un excelente bioabono es la vacaza (estiércol de ganado) y pulpa de café. Sin embargo, la conejaza mantiene la producción en condiciones que no existan las dos anteriores (Fúnez *et al.* 2004).

La producción de viveros de café, es una actividad anual realizada en cada finca por nuestro caficultor. Han sido muchos los técnicos que han trabajado buscando alternativas para bajar costos y producir excelentes viveros; que vienen a ser el principal elemento básico para el establecimiento de una finca. Generalmente nuestro productor busca tierra bien negrita que sea de los primeros 15 a 20 cm. y no utiliza ninguna mezcla en el substrato (Fúnez *et al.* 2004).

Por lo tanto, los viveros se desarrollan en plántulas raquílicas, con alto porcentaje de ataque de enfermedades fungosas y bacterianas. Para producir excelentes plantas y que sean producidas a bajo costo, El Instituto Hondureño del Café, ha venido trabajando en buscar alternativas que sean en primer lugar de fácil adopción y bajo costo.

El bioabono proveniente de pulpa de café se ha estado evaluando en varios países, Honduras no es la excepción, para el año 1996, se estableció un ensayo donde se evaluó niveles de bioabono proveniente de pulpa de café, a través de la descomposición por la lombriz roja californiana (*E. foetida*); estableciéndose en tres Centros Experimentales distribuidos en zonas cafetaleras del país: Los Linderos, San Nicolás; La Fe, Ilama, en Santa Bárbara y el Centro experimental, Las Lagunas, San José, Marcala, La Paz (Fúnez *et al.* 2004).

Según investigaciones realizadas por (ANACAFÉ 2013) aplicando una libra de lombricompost y 3 onzas de fertilizante químico por aplicación, se obteniendo una cosecha promedio de 295 quintales de café maduro por manzana. (Acevedo y Pire 2004) indican que al utilizar una proporción de la enmienda de lombricompost combinado con N en las dosis del 10 al 20% aumenta el área foliar de las plantas, tanto en vivero como a plena exposición solar.

(Velasco *et al.* s.f.). Señala que realizando un tratamiento 100% lombricompost aumenta en mayor porcentaje de amarre de estacas en plantas de limonaria (*Murraya paniculata*). Los tratamientos con 50 y 75 % de lombricompost mostraron 74 y 75 % de amarre, respectivamente. De acuerdo con estos resultados, se puede utilizar 100 % lombricompost como sustrato en la reproducción de *Murraya*.

3.6.3. Bioabono a través de lombricultivo.

El bio compost (bioabono), lo podríamos definir como el producto resultante de someter a un proceso de fermentación controlado a una serie de residuos orgánicos, sólidos o semisólidos y obtener al cabo de un tiempo relativamente corto (6-8 semanas).

Este es un material semi humificado, libre de plagas y patógenos, pero rico en microorganismos benéficos al suelo y con una amplia gama de macro y micro elementos disponibles para la nutrición de las plantas, la elaboración de bioabono, aprovechando desechos del beneficiado, su bio degradación y estabilización en materiales no

contaminantes y la posterior utilización como fuente de nutrientes para las plantas que fácilmente pueden implementarse entre caficultores y agricultores (Pineda 2004).

La descomposición de la materia orgánica se lleva a cabo por la actividad de microorganismos aeróbicos presentes en el substrato, entre ellos las bacterias del género *Bacillus* y los hongos mesó filos y termo filos que actúan en temperaturas de 20-40 ° C (Pineda 2004).

3.6.4. Substratos

El tipo de substrato a ofrecer, la calidad, el pre composteo y algunos factores ambientales como temperatura, humedad y pH, son básicos para poder mantener un pie de cría de lombriz roja californiana (*E. foetida*) y obtener un buen material resultante de alta calidad llamado abono orgánico o bioabono. En el substrato están presentes microorganismos que aceleran la descomposición; éstos pueden ser bacterias u hongos aeróbicos que actúan en todo el proceso de transformación (Funez *et al.* 2004).

3.7. Uso de fertilizantes en el cultivo

Mora (2008) señala que los suelos destinados a la producción de café requieren la utilización de fertilizantes aplicados tanto directamente al suelo como por vía foliar para lograr niveles satisfactorios de producción. No obstante, el alto costo de los fertilizantes y la escasa rentabilidad del producto, como consecuencia de los bajos precios prevalecientes en el mercado internacional, hacen más imperiosa la necesidad de racionalizar su uso. Con este propósito se deben emplear fórmulas y dosis adecuadas, en el estado idóneo de desarrollo de la plantación para su mejor asimilación.

Farfán (2007) menciona que se debe velar por el mantenimiento de la fertilidad del cultivo mediante la aplicación de fertilizantes (orgánicos e inorgánicos). Sin embargo, la cantidad de fertilizantes suministrada no debe exceder las necesidades del cultivo. Antes de la aplicación de los fertilizantes deben realizarse análisis de suelos o foliares, llevarse los

registros de las recomendaciones y las aplicaciones (día/mes/año), el área y el nombre del lote establecido con café, el nombre de la finca, el nombre comercial del producto, el tipo de maquinaria o equipo empleado, así como la cantidad exacta del producto utilizado, su peso o volumen, y su concentración.

En estudios realizados por (Valencia s.f.) menciona que el objetivo principal del uso de fertilizantes es obtener el mayor rendimiento posible con el mínimo de costo, para hacer rentable la actividad agrícola. Para cafetales, las recomendaciones deben considerar que hasta la floración, las plantas de café necesitan principalmente N y P. A partir de la floración, cuando se inicia la etapa de producción, requiere principalmente N y K. Sin embargo, es fundamental mantener el balance de nutrientes Carvajal (1984) menciona que los suelos agrícolas son incapaces de suplir todos los elementos requeridos en cantidad suficiente.

3.7.1. Análisis de suelos

La existencia de cafetales en las más variadas condiciones de suelos con fertilidad natural diferente y el hecho de que las plantas cultivadas, como el café, tiene exigencias nutricionales diferentes a las de las plantas nativas y al retirar la cosecha se exportan del suelo muchos de los nutrientes, origina la necesidad de evaluar el tipo y cantidad de fertilizantes o enmienda a utilizar, ya que el fertilizante innecesario es costoso y el inadecuado uso, puede ser perjudicial (Herrera s.f.).

El Instituto Hondureño del Café cuenta y pone a la disposición del sector cafetalero el laboratorio de análisis de suelos, ya que los análisis constituyen la base más segura para evaluar las necesidades de fertilizantes y enmiendas que deberán utilizarse en las plantaciones de café (Herrera s.f.).

3.7.2. Fertilización al suelo

Las zonas cafetaleras presentan diversas variedades de suelos en cuanto a fertilidad, por lo que no es aconsejable utilizar un fertilizante genérico en todas las fincas y lotes de

producción. Las recomendaciones de fertilización derivadas de la interpretación de los análisis de suelos se ajustan a las necesidades de nutrientes y determina una fórmula para cada sitio. Existe más flexibilidad para disponer de estas fórmulas ajustadas con las mezclas físicas de fertilizantes (Carbajal 1984).

El análisis de suelos es la alternativa más barata, ecológica y segura para reducir los costos de fertilización de cafetales puesto que permite utilizar solamente el fertilizante que el cultivo y el suelo requieren (Valencia s.f.). En plantías y cafetal adulto se debe limpiar una banda de 15 a 30 cm de ancho y de 35 a 45 cm alrededor del tallo, respectivamente y luego distribuir homogéneamente el fertilizante (PROCAFE 2008).

3.7.3. Fertilización foliar.

Es una práctica muy importante que el caficultor debe realizar para complementar la nutrición en la finca. Proporciona una rápida y eficaz asimilación de los nutrientes, por lo que es posible corregir una deficiencia observada o satisfacer una demanda en ciertos procesos fisiológicos de la planta que ocurren en el verano, tiempo donde no hay humedad suficiente en el suelo para aplicar fertilizantes granulados. Las formas de absorción de la planta son por la cutícula y los estomas de las hojas (Herrera 2001).

3.7.4. Análisis foliar.

Según (Molina s.f.), el análisis foliar es la técnica analítica mediante la cual se mide el contenido de nutrientes en los tejidos vegetales. Es útil para evaluar el estado nutricional de los cultivos y ayuda a establecer si el grado de absorción de algún nutriente ha sido adecuado. Cuando se buscan rendimientos altos, el análisis foliar es una excelente herramienta para controlar el estado nutricional de las plantas durante todo el ciclo de crecimiento.

3.7.5. Importancia de los macronutrientes.

El Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (Herrera s.f.).

La deficiencia de nitrógeno se reconoce a través de un amarillamiento uniforme del follaje, apareciendo luego marchitez de los ápices foliares si la deficiencia es más aguda. Por otro lado, se deberá evitar el exceso de nitrógeno, ya que ello provoca exceso de follaje a expensas de la floración (Chirinos s.f.).

El Fósforo (P), que suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (FAO 2002).

La deficiencia fosfórica se manifiesta por primera vez cuando el desarrollo del cafeto está ya en una fase avanzada, apareciendo manchas necróticas amarillo-bronceadas en los ápices foliares, antecediéndole un color verde oscuro (Chirinos s.f.).

El Potasio (K), que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO 2002).

La deficiencia de potasio se manifiesta también durante los estados avanzados de crecimiento, apareciendo una necrosis amarillo-rojiza de los márgenes foliares en hojas adultas. Así mismo, una deficiencia de potasio inhibe el desarrollo radicular (Chirinos s.f.).

3.7.6. Nutrientes secundarios

El Magnesio (Mg) es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes. El Mg se incluye también en las reacciones enzimáticas relacionadas a la transferencia de energía de la planta (FAO-IFA 2002). Los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas jóvenes, con un color amarillento entre las venas. A veces también aparecen series de pecas de color pardo.

El Azufre (S) es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila. En la mayoría de las plantas suple del 0,2 al 0,3 (0,05 a 0,5) por ciento del extracto seco. Por ello, es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada (ONU 2002).

El Calcio (Ca) es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. Aunque la mayoría de los suelos contienen suficiente disponibilidad de Ca para las plantas, la deficiencia puede darse en los suelos tropicales muy pobres en Ca. Sin embargo, el objetivo de la aplicación de Ca es usualmente el del encalado, es decir reducir la acidez del suelo (ONU 2002).

Según (ONU 2002), en contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o microelementos son requeridos sólo en cantidades ínfimas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Descripción del área

El ensayo se realizó en el centro de investigación y capacitación, Jesús Aguilar Paz (CIC – JAP), del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), ubicado en el municipio de Ilama, Santa Bárbara, Honduras a una altura de 700 msnm.

4.2. Materiales y equipo

Para la realización del experimento se utilizaron los siguientes materiales: plántulas de café, bolsas para vivero de 6X8 gulg, 18-46-0, bayfolan forte, cal dolomita, cal triple fértil y sustrato para embolsar, azadón, machete, tijera, bolsas de papel kraft, estacas, pie de rey, metro, libreta de campo, desinfectante, insecticida (Mirex), fungicida (Daconil 72 SC), agua, cintas de identificación, hoja de antecedentes de la muestras de suelos, probetas, bomba de mochila manual, , balanza analítica y el equipo de laboratorio de suelo del IHCAFE.

4.3. Tratamientos

La investigación consistió en preparar un vivero en bolsas de polietileno alineadas en grupo de tres bolsas a un distanciamiento de 50 cm entre hilera y 10 cm entre parcela experimental la cual estaba formada por 12 plántulas en sus respectivas bolsas, en total se evaluaron 14 tratamientos (Cuadro 1) de los que siete tenían presencia de siete de lombricompost y siete sin presencia de lombricompost, se realizó análisis de suelo y de materia orgánica antes del llenado de las bolsas con el sustrato (mezcla), para verificar el aporte nutricional presente, así como también del tipo de suelo que se utilizó, el cual es

proveniente de suelos desaturados que no presentan buenas características nutricionales para la planta, los que se encuentran en diferentes zonas del país.

Los sustratos utilizados son una mezcla de suelo + Lombricompost (en una relación 70% de suelo + 30% de Lombricompost). Se utilizaron bolsas con un promedio de peso de dos lbs (907.2 g), en los tratamientos en donde se usó lombricompost, se colocó 272.4 g por bolsa, y la relación de cal dependió del tipo de tratamiento que se utilizó ya que la cantidad de gramos por bolsa varía de acuerdo al tratamiento.

Luego se procedió a llenar las bolsas (6x8pulg.), y se alinearon, correspondientemente, al momento del trasplante se utilizaron plántulas de 50 días de emergidas, seleccionando chapolas sanas, vigorosas, de tamaño uniforme con raíces bien formadas sin presentar ningún daño. Se realizó labores agronómicas y culturales como control de malezas de forma manual para evitar daños en las bolsas o en las plántulas sembradas y evitar competencia, no fue necesario realizar riegos interdiariamente para mantener el sustrato de las bolsas con una humedad óptima ya que en esta localidad la precipitación es alta.

Al finalizar el experimento se realizó un análisis de la mezcla suelo-lombricompost, presencia de macro y micro nutrientes, contenido de materia orgánica y la saturación de bases, además se determinó el pH.

4.4. Descripción de los tratamientos evaluados.

La parcela experimental estaba formada por 12 plántulas en sus respectivas bolsas (3 surcos con 4 plantas cada una), de las que se utilizaron 6 plántulas para análisis de suelo y 6 plántulas para muestreo en plántulas, teniendo en total 14 tratamientos y 4 repeticiones, por lo que se tuvo un total de 672 plántulas (ver cuadro 1).

a) Análisis físico-químico del sustrato utilizado.

Previo al llenado de las bolsas se hizo un análisis físico-químico del suelo y de los componentes utilizados en cada tratamiento, posteriormente a los tres meses de sembrada la chapola, se hizo el segundo análisis químico del sustrato contenido en las plántulas de cada parcela experimental los tres meses.

A los 6 meses de sembrada la chapola, se hizo el tercer análisis químico de suelo individualmente en tres bolsas por tratamiento. Los parámetros analizados fueron los siguientes: pH, Aluminio, Calcio, Magnesio, Potasio, Fosforo, Materia Orgánica (Nitrógeno), Zinc, Manganeseo, Hierro, % de Saturación de bases, % de Saturación de Aluminio, Sumatoria de Bases, Relaciones: Ca/Mg, Ca/K, Mg/K, Ca + Mg/K y niveles de acidez intercambiable (Acint).

b) Análisis de las variables obtenidas de las plántulas.

A los 6 meses de sembrada la chapola se evaluaron las últimas plantas existentes en cada parcela experimental a las que se les determinó el grosor del tallo en el cuello de cada plántula utilizando un pie de rey; así como también la altura a través de un metro. Los muestreos se realizaron de la siguiente manera: primer muestreo el día de siembra de la chapola, segundo muestreo a los 3 meses después de sembrada la chapola y el último a los 6 meses después de sembrada la chapola, al final para cada plántula se determinó el volumen y peso fresco de la raíz.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados.

N°	Uso de lombricompost	Gramos por bolsa		Nombre comercial
		Cal	Lombricompost	
1	Sin lombricompost	13.43	0	Dolomita
2	Sin lombricompost	13.43	0	Triple fértil
3	Sin lombricompost	20.15	0	Dolomita
4	Sin lombricompost	20.15	0	Triple fértil
5	Sin lombricompost	26.87	0	Dolomita
6	Sin lombricompost	26.87	0	Triple fértil
7	Sin lombricompost	0	0	Testigo
8	Con lombricompost	13.43	272.4	Dolomita
9	Con lombricompost	13.43	272.4	Triple fértil
10	Con lombricompost	20.15	272.4	Dolomita
11	Con lombricompost	20.15	272.4	Triple fértil
12	Con lombricompost	26.87	272.4	Dolomita
13	Con lombricompost	26.87	272.4	Triple fértil
14	Con lombricompost	0	272.4	Testigo

Cuadro 2. Composición química de los materiales encalantes que se utilizaron en el ensayo.

N°	Elemento	Cal dolomita	Triple fértil
1	Carbonato de calcio	57.31%	58.19%
2	Carbonato de magnesio	37.98%	26.53%
3	Sulfato	-	16.24%

4.5. Costos por tratamiento.

Los costos por tratamiento dependen del precio de la cal, cantidad suministrada de la misma por bolsa, el costo de lombricompost que se utilice y los costos totales por mano de obra.

4.6. Variables evaluadas.

a). En la planta

➤ Altura de planta.

La medición de la altura de la planta se realizó utilizando una regla y un metro para saber cuánto crece en cada intervalo de toma de datos.

➤ Grosor de tallo.

Esta medición se hizo en la base de la planta utilizando un pie de rey para saber el grosor de tallo.

➤ Volumen de raíz.

Esta medición se realizó sumergiendo completamente la raíz de la planta en una probeta y se determinó cuánta agua desplazó la que nos indicó el volumen de la raíz.

➤ Peso fresco de la raíz.

Esto se tomó utilizando una balanza analítica.

b) En el suelo.

A cada tratamiento se les realizaron los siguientes análisis:

pH

Saturación de bases.

Contenido de materia orgánica.

Presencia de macro y micro nutrientes en el suelo y en el tejido foliar.

4.7.Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental en bloques completos al azar (DBCA) con catorce tratamientos y cuatro repeticiones, obteniendo un total de 56 unidades experimentales.

El modelo estadístico usado fue: (Cochran y Cox 1981).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : es la variable de respuesta a observar.

μ : Media general.

α_i : Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j : es el efecto de j-ésimo bloque.

ϵ_{ijk} : es el efecto del error experimental.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El experimento se realizó durante los meses de junio a noviembre, con el objetivo de determinar el efecto de dos calcáreos (cal dolomita y triple fértil) más abono orgánico, en suelos desaturados utilizados en viveros de café.

Cuadro 3. Resultados del primer análisis de suelo antes de establecer el ensayo.

pH (meq)	MO (meq)	P asimilable (meq)	K (meq)	Ca (meq)	Mg (meq)	Al (meq)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Acint (meq)
4.21	2.83	0.64	0.16	0.55	0.18	4.8	1.77	6.89	10.88	0.35	5.2

5.1. Variables evaluadas en el suelo a los tres y seis meses después de instalado el ensayo.

5.1.1. Nivel de pH en el suelo a los tres meses.

Para la variable contenido de pH en el análisis de suelo, el análisis de varianza encontró diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos. La prueba de medias de Tukey nos indica que el tratamiento T12 (26 g de cal dolomita con lombricompost) es el que presenta mejores resultados en cuanto al aumento de pH, ya que logró un aumento de 4.21 (Cuadro 4) a 7.54. De una forma similar se comportaron los tratamientos T5, T10, T13, T8, T3, los cuales obtuvieron medias de 7.45, 7.41, 7.27, 7.27, 7.20, obteniendo resultados más bajos los tratamientos en donde no se usó cal T4 y T2, con medias de 6.89, 6.65, los testigos presentan valores de 5.01 y 4.63, siendo estos diferentes estadísticamente en relación al resto de los tratamientos (Cuadros 3 y 4).

En la (Figura 1) se puede observar las fluctuaciones del pH para cada uno de los tratamientos, con los resultados obtenidos en el análisis de suelo a los tres meses después de la siembra de la chapola. Demuestra que la aplicación de cal dolomita así como triple fértil en las diferentes dosis por tratamiento utilizadas en el experimento incrementaron

los niveles de pH en el suelo, posiblemente debido a la presencia de carbonato de calcio y carbonato de magnesio, esto es una alternativa eficaz para corregir suelos ácidos y sobre todo para corregir la relación calcio y magnesio en algunos suelos.

Cuadro 4. Prueba de medias para la variable pH del suelo a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia				
T7 Testigo	Sin lombricompost	4.63	A				
T14 Testigo	Con lombricompost	5.01	A	B			
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	6.65		B	C		
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	6.89		B	C		
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	7.06			C		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	7.10			C	D	
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	7.10			C	D	
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	7.13			C	D	
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	7.20			C	D	E
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	7.27			C	D	E
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	7.27				D	E
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	7.41				D	E
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	7.45					E
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	7.54					E

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes, según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

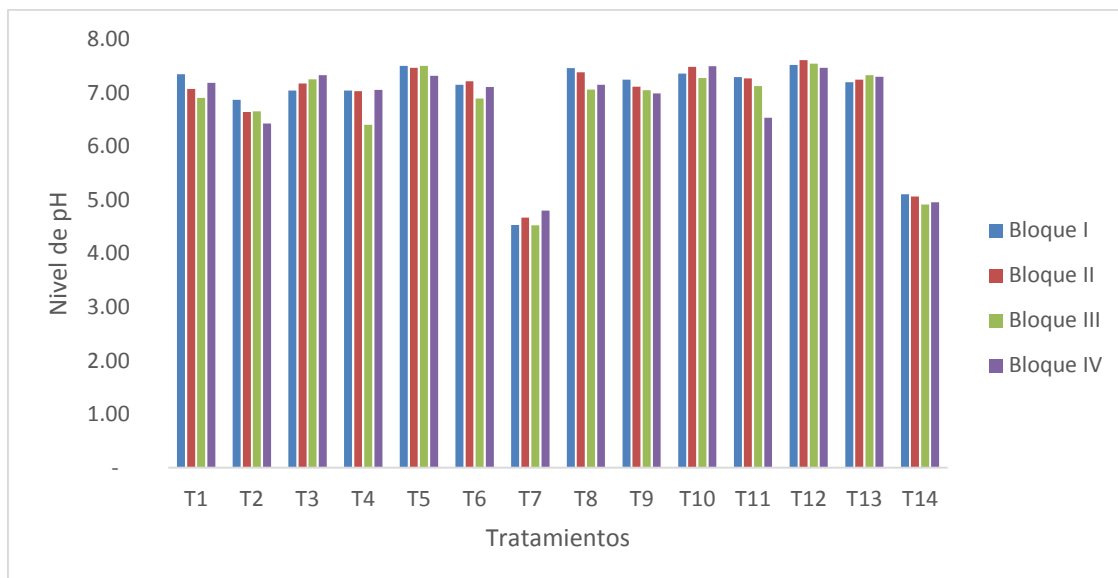


Figura 1. Niveles de pH encontrados para cada uno de los tratamientos a los tres meses después de instalado el ensayo.

5.1.2. Nivel de pH en el suelo a los seis meses.

Para la variable contenido de pH en el análisis de suelo se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos. La prueba de medias nos indica que el tratamiento T12 (cal dolomita 26 g con lombricompost) sigue siendo el que presenta mejores resultados en cuanto al aumento de pH ya que se mantiene con una media de 7.52 meq. De una forma similar se siguieron comportando los tratamientos T8, T4, T6, T5, T10 y T3, con medias de 7.2, 7.14, 7.14, 7.17, 7.34 y 7.37 meq respectivamente, obteniendo resultados más bajos los tratamientos T2, T9, T13, T1 y T11, con medias de 6.27, 6.42, 6.91, 6.96 Y 6.96 meq respectivamente, los testigos (con y sin lombricompost) siguen siendo los que presentan los valores de pH menores con medias de 5.01 y 4.63, siendo estos diferentes estadísticamente en relación al resto de los tratamientos (Cuadro 5, Figura 2).

Las fluctuaciones del pH para cada uno de los tratamientos, con los resultados obtenidos en el análisis de suelo a los 6 meses después de la siembra de la chapola. Demuestra que la aplicación de cal dolomita así como triple fértil en las diferentes dosis por tratamiento utilizadas en el experimento demuestra aumento en los niveles de pH en el suelo y se

siguen manteniendo después de 6 meses de la aplicación, de esta manera se convierte en una buena alternativa para la corrección de acides del suelo. (Cuadro 5, Figura 2).

Cuadro 5. Prueba de medias para la variable pH del suelo a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia			
T7 Testigo	Sin lombricompost	4.23	A			
T14 Testigo	Con lombricompost	4.96		B		
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	6.27			C	
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	6.42			C	D
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	6.91			C	D E
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	6.96			C	D E
T11 t triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	6.96			C	D E
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	7.02				D E
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	7.14				D E
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	7.14				D E
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	7.17				E
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	7.34				E
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	7.34				E
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	7.52				E

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

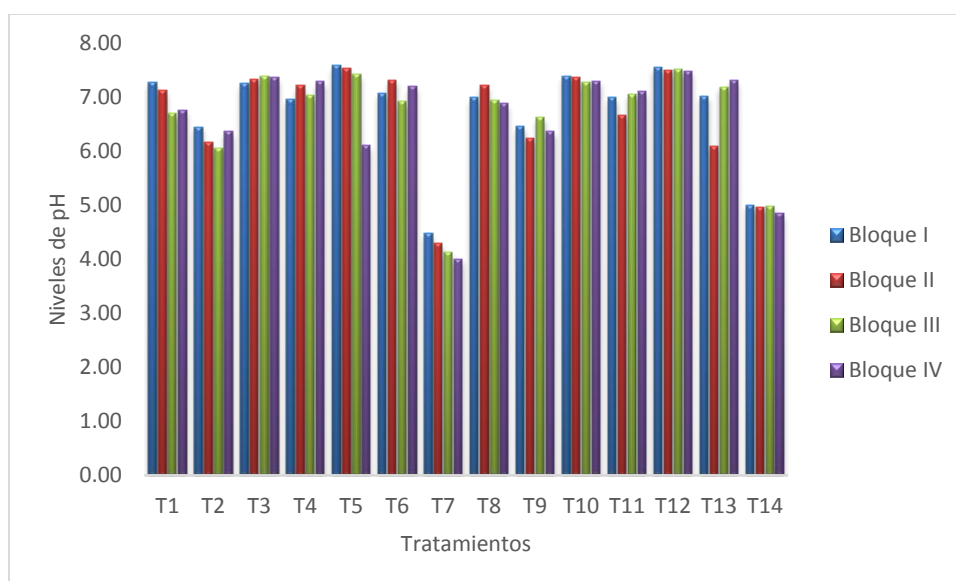


Figura 2. Niveles de pH encontrados en el suelo/tratamiento/bloque a los seis meses después de instalado el ensayo.

5.1.3. Niveles de materia orgánica a los tres meses.

El análisis de varianza detecta diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos. La prueba de medias de Tukey indica que el tratamiento T13 es el mejor con una media de 12.40 meq, de forma similar se comportaron los tratamientos T11, T9, T8, con medias de 12.28, 12.19 y 10.63 meq, respectivamente, los tratamientos que tuvieron valores intermedios fueron: T10, T12, T2, T6, T14 y T4, con medias de 8.97, 8.96, 8.63, 8.27, 7.94, 7.28 meq respectivamente, y los tratamientos que tuvieron mal comportamiento y no lograron aumentar significativamente los niveles de MO fueron T5, T7, T3, T1, con medias de 4.99, 4.33, 4.33, 4.04 meq respectivamente, los testigos y la cal dolomita en sus diferentes dosis presentaron las medias más bajas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba de medias para la variable materia orgánica del suelo a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia				
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	4.04	A				
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	4.33	A				
T7 Testigo	Sin lombricompost	4.33	A				
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	4.99	A	B			
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	7.28		B	C		
T14 Testigo	Con lombricompost	7.94			C		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	8.27			C	D	
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	8.63			C	D	
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	8.96			C	D	
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	8.97			C	D	
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	10.63				D	E
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	12.19					E
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	12.28					E
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	12.40					E

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Se puede observar en la (Figura 3) que los tratamientos que mostraron mayores resultados en el aumento de materia orgánica en el suelo, son los que tienen presencia de

lombricompost y según Pineda 2004, el abono orgánico es rico en microorganismos benéficos al suelo y tiene con una amplia gama de macro y micro nutrientes disponibles para la nutrición de las plantas

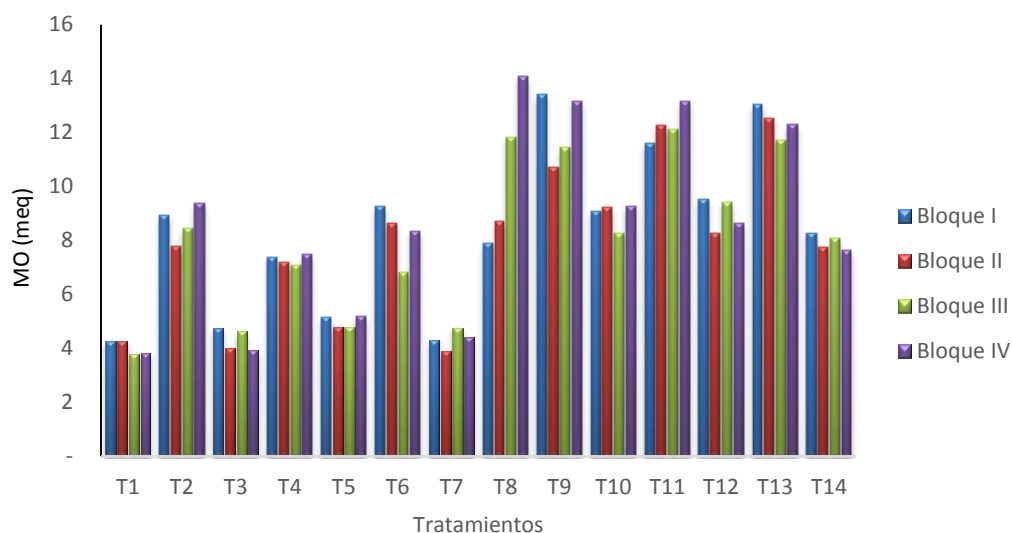


Figura 3. Contenido de materia orgánica (meq) a los tres meses por tratamiento/bloque.

Los tratamientos con cal triple fértil son los que mostraron mejores resultados en especial el T9, T11 y T13, con medias de 12.19, 12.28 y 12.40 meq respectivamente, aumentando de manera considerable los niveles de MO en comparación con las aplicaciones de cal dolomita quien presentó aumento en los niveles de MO en el suelo, pero no pudieron igualar a las medias de los tratamientos donde se aplicó cal triple fértil (Cuadro 5, Figura 2).

5.1.4. Niveles de materia orgánica a los seis meses.

El análisis de varianza detecta diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos. La prueba de medias de Tukey indica que el tratamiento T13 (triple fértil 26 g) es el mejor con una media de 11.31 meq la cual disminuyo un poco en comparación con el resultado del análisis de suelo realizado a los 3 meses, de forma similar se comportaron los tratamientos T9 y T11, con medias de 10.47 y 11.09 meq respectivamente, en cambio los tratamientos con valores intermedios son T4, T14, T2,

T6, T12, T8 y T10, con medias de 6.33, 6.87, 7.31, 7.36, 8.02, 9.01 y 9.28 meq respectivamente, contrario al testigo sin presencia de lombricompost que es el que presenta el valor más bajo de materia orgánica en el suelo (Cuadro 17, Figura 14).

Cuadro 7. Prueba de medias para la variable materia orgánica del suelo a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia					
T7 Testigo	Sin lombricompost	4.32	A					
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	4.33	A					
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	4.74	A	B				
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	4.78	A	B				
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	6.33	A	B	C			
T14 Testigo	Con lombricompost	6.87	A	B	C	D		
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	7.31		B	C	D		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	7.36		B	C	D		
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	8.02			C	D	E	
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	9.01				D	E	F
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	9.28				D	E	F
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	10.47					E	F
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	11.09						F
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	11.31						F

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%

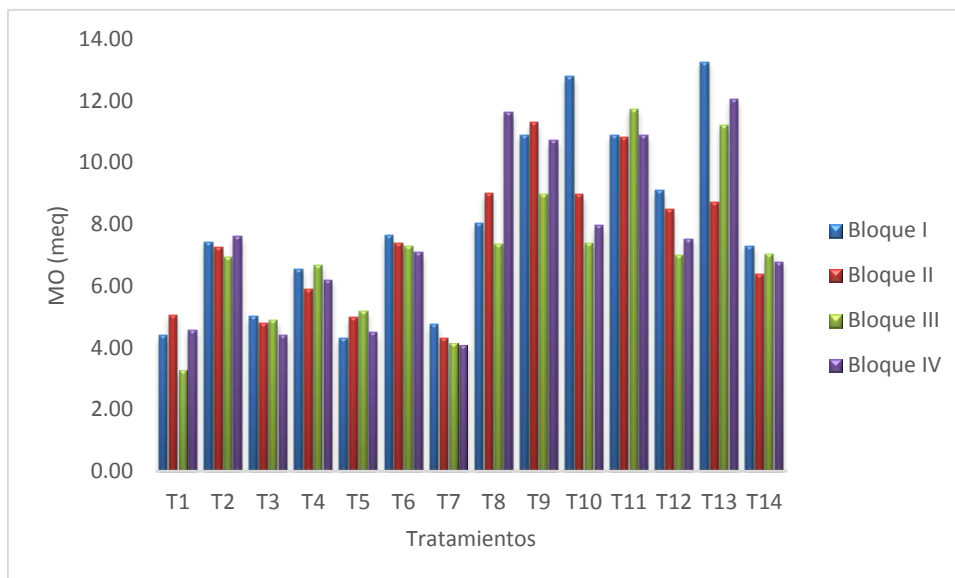


Figura 4. Niveles de materia orgánica encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.

5.1.5. Niveles de P asimilable a los tres meses.

Al realizar el análisis de varianza para la variable P asimilable, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos. La prueba de medias de Tukey nos indica que el tratamiento T9 (triple fértil 13.43 g con lombricompost) fue el que obtuvo mejor comportamiento con una media de 3.55 meq en comparación a los demás tratamientos evaluados, resultando ser diferente estadísticamente a todos los demás tratamientos. En cambio los demás tratamientos tuvieron un comportamiento similar con los testigos (cuadro 8, Figura 5).

Los tratamientos triple fértil 26.87 g/bolsa (T6) y dolomita 20.15 g/bolsa (T3) fueron los que presentan los peores resultados en el ensayo a pesar que la dosis de cal aplicada por tratamiento eran altas, tienen en común que en ellos no se utilizó lombricompost quien mejora en forma significativa la presencia de P asimilable en el suelo (Cuadro 8, Figura 5).

Cuadro 8. Prueba de medias para la variable P asimilable a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia					
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.20	A					
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.44	A	B				
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.61	A	B				
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.63	A	B				
T7 Testigo	Sin lombricompost	0.69	A	B				
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.74	A	B	C			
T5 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.81	A	B	C	D		
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.88	A	B	C	D	E	
T10 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.89	A	B	C	D	E	
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	1.41		B	C	D	E	
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	1.83			C	D	E	
T14 Testigo	Con lombricompost	1.85				D	E	
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	1.97					E	
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	3.55						F

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Podemos observar en la (Figura 5) que la aplicación de cal triple fértil en una proporción de 13. 43 g/bolsa (T9), resultó ser la más conveniente para mejorar la presencia de P asimilable en el suelo con 3.55 meq, y el triple fértil 20.15 (T11) con 1.97 meq, fueron los únicos que se diferencian de los testigos, la que además de triple fértil, tiene presencia ellos nos indican que para mejorar la presencia de P asimilable en el suelo, es necesario la presencia de cal más la adición de abono orgánico (lombricompost).

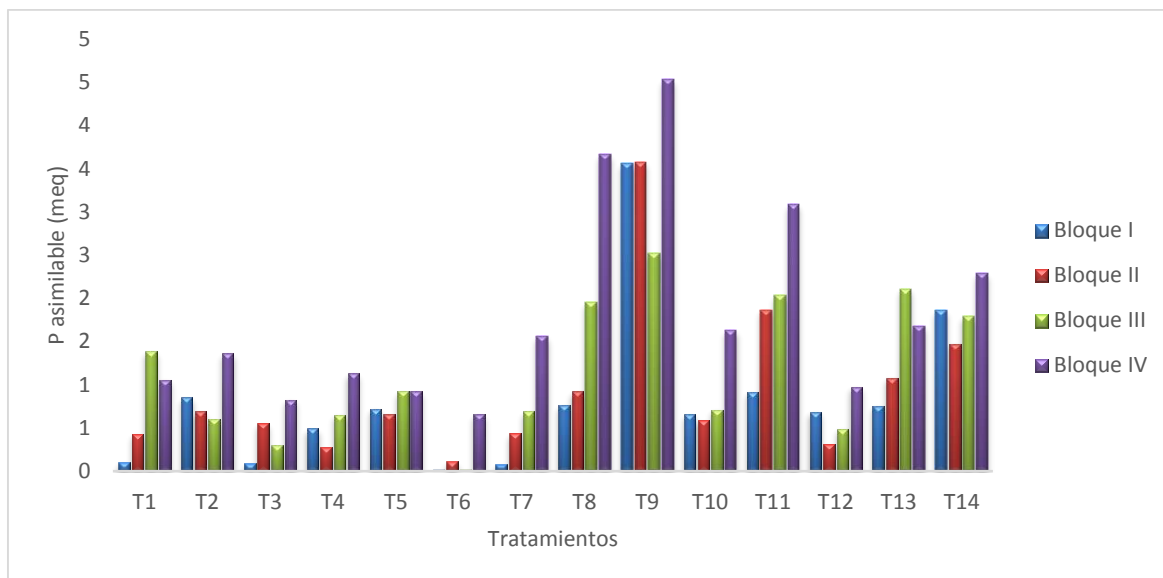


Figura 5. Niveles de P asimilable encontrados en el suelo/tratamiento/bloque a los tres meses.

5.1.6. Niveles de P asimilable a los seis meses.

Al realizar el análisis de varianza para la variable P asimilable, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos. La prueba de medias de Tukey nos indica que el tratamiento T9 (triple fértil 13 g) fue el que obtuvo mejor comportamiento con una media de 8.61 meq, mostrando un aumento considerable en comparación con los resultados del análisis de suelo realizado a los 3 meses con la presencia de P asimilable en el suelo, de igual manera para los tratamientos T12, T3, T4, T7, T14, T1, T5, T8 y T11 con medias de 4.01, 4.03, 4.25, 4.31, 4.39, 4.63, 5.66, 6.18 y 7.39 meq respectivamente, en comparación a los demás tratamientos evaluados, en cambio el T6 (triple fértil 26 g) resultó ser el que no obtuvo buenos resultados para lograr aumentar los niveles de P asimilable en el suelo, esto probablemente ocurrió porque la dosis aplicada de cal es elevada. (Cuadro 18, Figura 15)

Al utilizar concentraciones bajas de cal triple fértil podemos lograr buenos resultados en el aumento de la presencia de este elemento en el suelo.

Cuadro 9. Prueba de medias para la variable P asimilable a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia			
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	2.78	A			
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	3.27	A	B		
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	3.56	A	B		
T10 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	3.93	A	B		
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	4.01	A	B		
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	4.03	A	B		
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	4.25	A	B		
T7 Testigo	Sin lombricompost	4.31	A	B		
T14 Testigo	Con lombricompost	4.39	A	B	C	
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	4.63	A	B	C	
T5 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	5.66	A	B	C	D
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	6.18		B	C	D
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	7.29			C	D
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	8.61				D

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

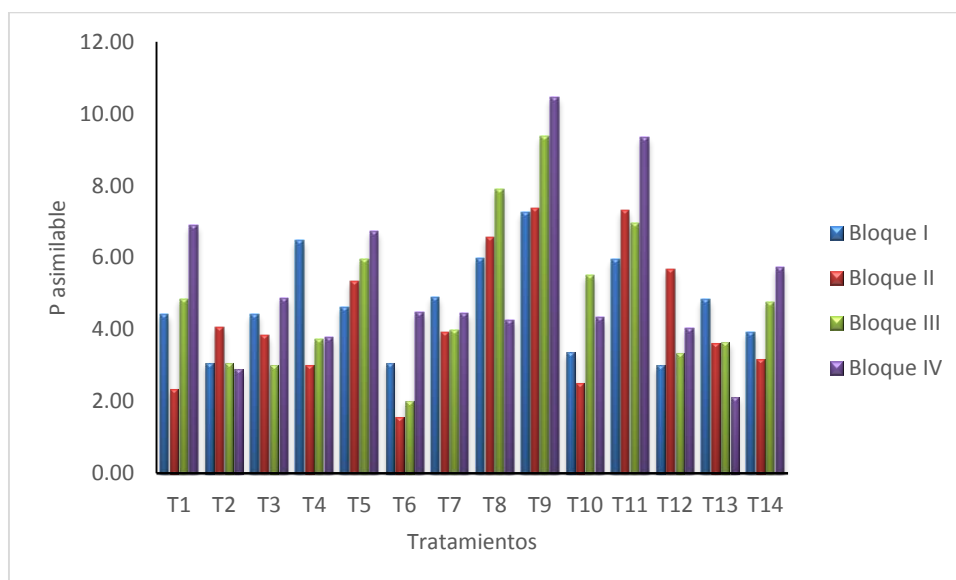


Figura 6. Niveles de P asimilable encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.

5.1.7. Niveles de K en el suelo a los tres meses.

Con el análisis de varianza para la variable K, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos. La prueba de medias de Tukey nos indica que el tratamiento T 9 (cal triple fértil en una proporción de 13.43 g/bolsa) es el que presenta mejor resultado con una media de 2.50 meq en comparación con los demás tratamientos del experimento (Cuadro 10, Figura 7).

Los tratamientos T8 y T11 se comportaron similares al T9 con medias de 2.26 y 2.39 meq, los demás tratamientos, el efecto que provocaron en el aumento de la presencia de K en el suelo fue mínimo, ya que están en rangos de 1.01 del testigo con lombricompost hasta 1.85 meq, lo cual se considera no apropiado para mejorar la asimilación de potasio. (Cuadro 10, Figura 7).

Únicamente la adición de cal, no mejoro la disponibilidad de K para las plántulas, sin embargo al utilizar cal más lombricompost hubo una interacción positiva obteniendo valores entre 1.65 y 2.50 meq, incluso en el testigo es donde se utilizó únicamente lombricompost se encontró 1.65 meq, muy por encima de la disponibilidad de K, en donde no se usó lombricompost, cuya cantidades estuvieron entre 0.27 a 0.41 meq (Cuadro 10, Figura 7).

Los tratamientos sin presencia de lombricompost fueron los que obtuvieron los resultados con menor presencia de K en el suelo con medias desde 0.27 a 0.41 meq siendo iguales estadísticamente significativos ($P < 0.05$) entre ellos pero diferentes con los tratamientos que tienen presencia de lombricompost (Cuadro 7, Figura 4). Los niveles de lombricompost, mejoró ostensiblemente los niveles de asimilación de P y K en comparación con aquellos tratamientos en donde no se usó (Figuras 6 y 7).

Cuadro 10. Prueba de medias para la variable K del suelo a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia				
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.27	A				
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.29	A				
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.30	A				
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.32	A				
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.32	A				
T7 Testigo	Sin lombricompost	0.39	A				
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.41	A				
T14 Testigo	Con lombricompost	1.01		B			
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	1.65			C		
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	1.85			C	D	
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	1.85			C	D	
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	2.26				D	E
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	2.39				D	E
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	2.50					E

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

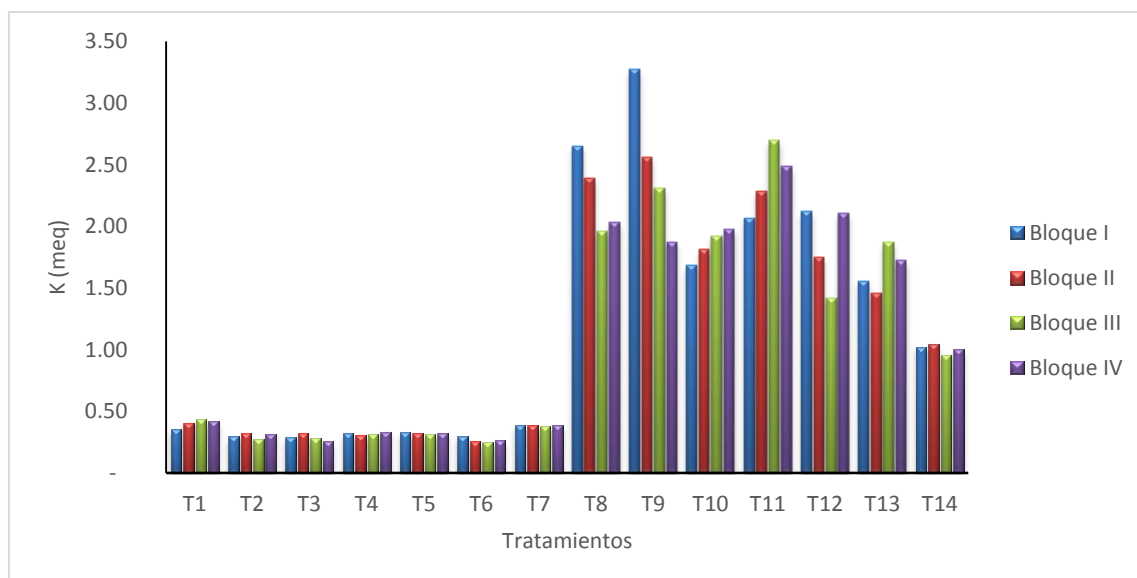


Figura 7. Niveles de K encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.

5.1.8. Niveles de K a los seis meses.

Con el análisis de varianza para la variable K, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos. La prueba de medias de Tukey nos indica que el tratamiento T10 (dolomita 20.15 g) es el que presenta mejor resultado con una media de 1.10 meq en comparación con los demás tratamientos del experimento.

Los tratamientos T9, T8 y T12 se comportaron similares al T10 con medias de 0.87, 0.98 y 0.99 meq respectivamente, es notable la reducción de la presencia de K en comparación con los resultados del análisis de suelo realizado a los 3 meses en cambio los demás tratamientos el efecto que provocaron en el aumento de la presencia de K en el suelo fue mínimo, ya que están en rangos de 0.15 del T6 (triple fértil 26.87) hasta 0.77 meq de T11 (triple fértil 20.15) (Cuadro 11, Figura 8).

Cuadro 11. Prueba de medias para la variable K del suelo a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia					
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.15	A					
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.15	A					
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.21	A					
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.22	A					
T7 Testigo	Sin lombricompost	0.24	A	B				
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.25	A	B				
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.39	A	B	C			
T14 Testigo	Con lombricompost	0.50		B	C			
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.64			C	D		
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.77				D	E	
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.87				D	E	F
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.98					E	F
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.99					E	F
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	1.10						F

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

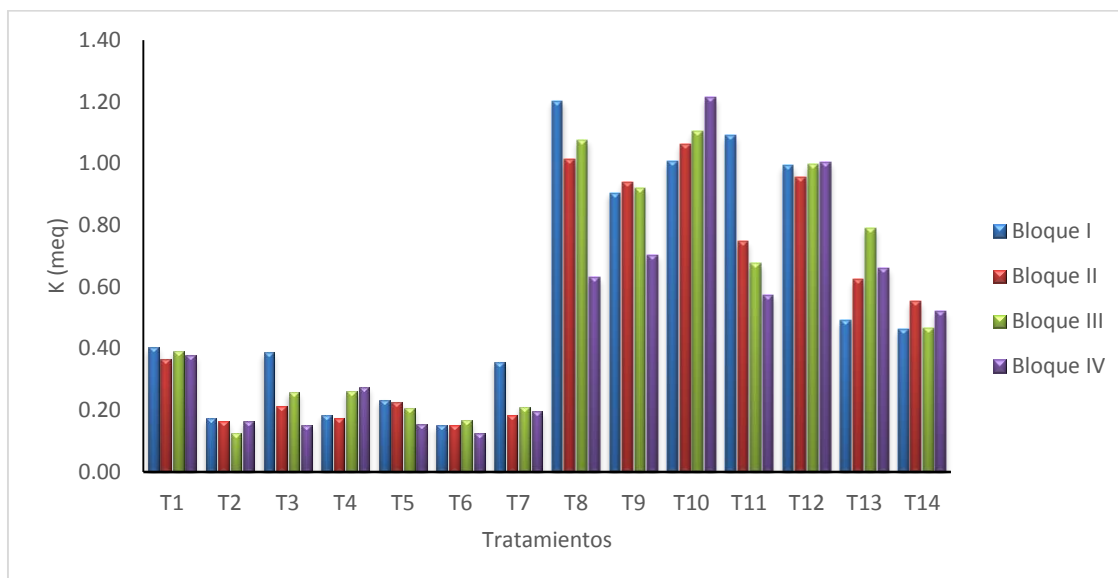


Figura 8. Niveles de K encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.

Los tratamientos sin presencia de lombricompost siguen manteniendo los resultados más bajos en comparación con los que sí tienen presencia de lombricompost con respecto al aumento de la presencia de K en el suelo (Cuadro 11, Figura 8). Los niveles de lombricompost, mejoró ostensiblemente los niveles de asimilación de P y K en comparación con aquellos tratamientos en donde no se usó (Cuadro 11, Figura 8).

5.1.9. Niveles de Ca en el suelo a los tres meses.

Con el análisis de varianza para la variable Ca, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos, con la prueba de medias podemos observar que los mejores tratamiento son T9 y T11 ya que elevaron los niveles de Ca de un 0.55 meq inicial (Cuadro 3) a 19.66 y 19.36 meq respectivamente a los tres meses demostrando que las aplicaciones de cal triple fértil muestran mejores resultados en comparación con la cal dolomita, sin embargo el tratamiento que se acercó más a este resultado con la dolomita fue el T8 con una media de 14.90 meq (Cuadro 12, Figura 9).

Todos los tratamientos (con presencia y sin presencia de lombricompost) presentaron buenos índices de presencia de calcio en comparación a sus testigos, sin embargo siempre sobresalen los tratamientos en donde se utilizó lombricompost, de todos la aplicación de

cal triple fértil (13.43g/bolsa con presencia de lombricompost) T9 (Cuadro 12), es el que obtuvo mejores resultados ya que la cal tiene en su composición carbonato de calcio, que usándola como una enmienda para el suelo, el ayuda a mantener un balance químico en la tierra, reduce la salinidad del suelo, y mejora la penetración del agua (Peña 2014).

Cuadro 12. Prueba de medias para la variable Ca del suelo a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia						
T7 Testigo	Sin lombricompost	2.02	A						
T14 Testigo	Con lombricompost	6.78	A	B					
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	7.74		B	C				
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	9.06		B	C	D			
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	9.78		B	C	D	E		
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	11.05		B	C	D	E		
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	12.29			C	D	E		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	12.33			C	D	E		
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	14.12				D	E	F	
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	14.89					E	F	G
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	14.90					E	F	G
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	18.23						F	G
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	19.36						F	G
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	19.66							G

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%

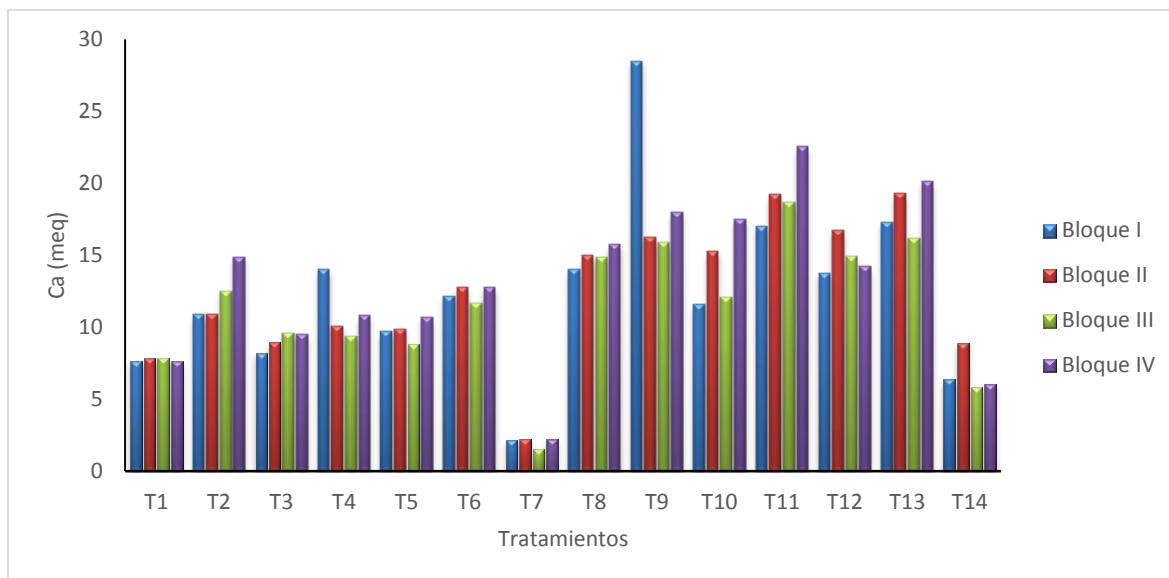


Figura 9. Niveles de Ca encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.

5.1.10. Niveles de Ca en el suelo a los seis meses.

Con el análisis de varianza para la variable Ca, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos, con la prueba de medias podemos observar que los mejores tratamiento son T11 y T13 presentando medias de 17.60 y 15.45 meq respectivamente demostrando cal triple fértil muestran mejores resultados en comparación con la cal dolomita, sin embargo hacer aplicaciones de cl dolomita en concentraciones altas ayuda a aumentar la presencia de Ca en el suelo así como se observan los resultados con el T12 (dolomita 26.87 g) con una media de 14.84 meq (Cuadro 13, Figura 10).

Los testigos (con presencia y sin presencia de lombricompost) son los que siguen presentando los valores más bajos de presencia de Ca en el suelo, principalmente el testigo que no contiene lombricompost ya que tiene una media de 0.70 meq en comparación con el que si tiene ya que este tiene una media de 6.15 meq, similar a la de los tratamientos con aplicaciones de cal (Cuadro 13, Figura 10).

Cuadro 13. Prueba de medias para la variable Ca del suelo a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia					
T7 Testigo	Sin lombricompost	0.70	A					
T14 Testigo	Con lombricompost	6.15		B				
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	7.67		B	C			
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	7.70		B	C			
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	8.30		B	C	D		
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	8.45		B	C	D		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	10.45			C	D		
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	11.44				D	E	
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	13.95					E	F
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	14.32					E	F
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	14.38					E	F
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	14.84					F	G
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	15.45					F	G
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	17.60						G

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%

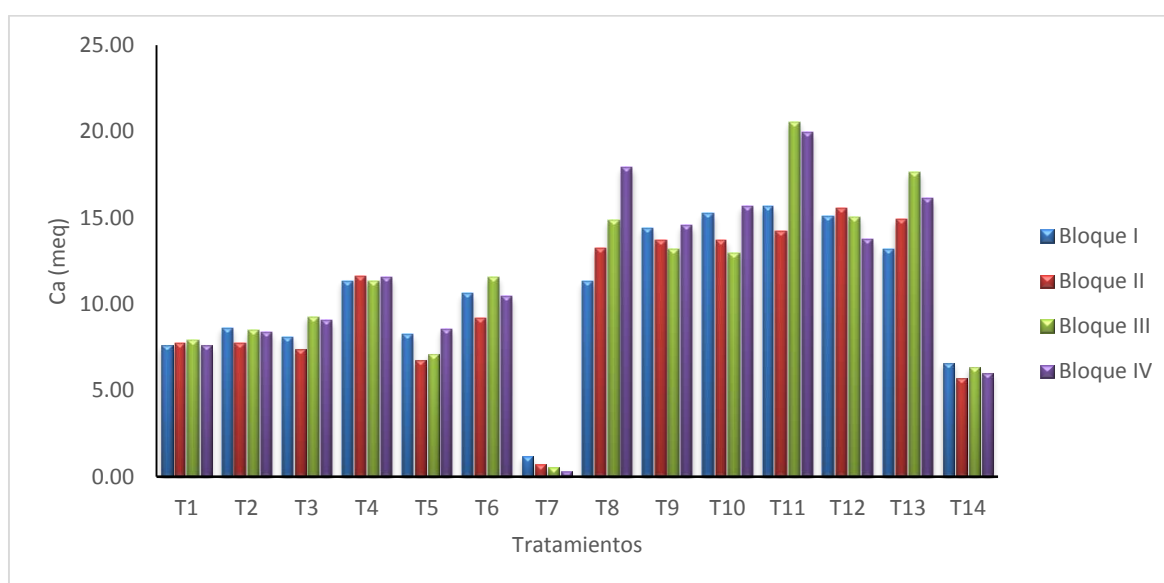


Figura 10. Niveles de Ca encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.

5.1.11. Niveles de Mg a los tres meses.

Haciendo uso de los resultados del análisis de varianza con un 5% de significancia ($P < 0.05$) se demuestra que hay diferencia entre los tratamientos. La prueba de medias de Tukey nos indica que las mejores medias del aumento de Mg en el suelo se obtuvieron con la aplicación de cal dolomita con los tratamientos T1, T10, T12, T3, T5 y T8 con medias de 7.13, 7.75, 7.85, 8.08 y 9.50 meq, demostrando que la aplicación de este tipo de cal mejora la presencia de Mg en el suelo.

Contrario a los testigos los cuales obtuvieron valores de 0.92 y 1.64 meq, siendo diferentes estadísticamente en relación al resto de los tratamientos (Cuadro 14, Figura 11).

Cuadro 14. Prueba de medias para la variable Mg del suelo a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia					
T7 Testigo	Sin lombricompost	0.92	A					
T14 Testigo	Con lombricompost	1.64	A					
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	5.44		B				
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	5.73		B	C			
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	5.83		B	C	D		
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	5.93		B	C	D		
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	6.70		B	C	D	E	
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	7.13		B	C	D	E	
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	7.48		B	C	D	E	F
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	7.75			C	D	E	F
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	7.85			C	D	E	F
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	7.95				D	E	F
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	8.08					E	F
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	9.50						F

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

En la medición de esta variable la cal dolomita presento mejores resultados a diferentes dosis de aplicación en el suelo en comparación con las dosis aplicadas de la misma forma de cal triple fértil la cual obtuvo buenos resultados con el aumento de los niveles de Mg

en el suelo pero no pudo igualar a los resultados que se obtuvieron con la cal dolomita. En general se puede observar que la presencia o no de lombricompost no influye en gran manera sobre la presencia de magnesio, pero si el adicionar cal (figura 11).

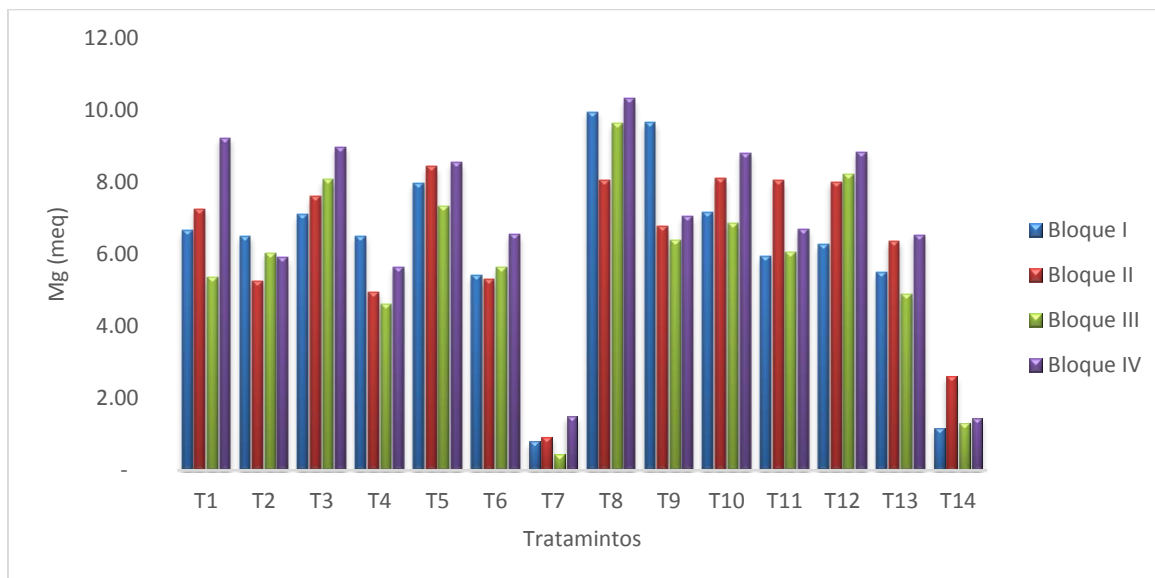


Figura 11. Niveles de Mg encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.

5.1.12. Niveles de Mg a los seis meses.

Haciendo uso de los resultados del análisis de varianza con un 5% de significancia ($P < 0.05$) se demuestra que hay significancia entre los tratamientos. La prueba de medias Tukey nos indica que las mejores medias del aumento de Mg en el suelo siguen siendo con la aplicación de cal dolomita con los tratamientos T5, T12, T3, T8 y T10 con medias de 6.85, 7.58, 7.76, 7.80 y 8.30 meq respectivamente, con estos resultados se puede demostrar que la aplicación de cal dolomita tiene un bien efecto en cuanto al aumento de Mg en el suelo.

En cuanto a los testigos presentan niveles bajos en cuanto a la presencia de este elemento en el suelo la presencia de lombricompost no tiene mucho efecto para aumentar l el Mg en el suelo. (Cuadro 15, Figura 12).

Cuadro 15. Prueba de medias para la variable Mg del suelo a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia					
T7 Testigo	Sin lombricompost	0.24	A					
T14 Testigo	Con lombricompost	0.82	A					
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	4.26		B				
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	5.11		B	C			
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	5.78			C	D		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	5.83			C	D		
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	5.88			C	D		
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	5.99			C	D		
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	6.09			C	D		
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	6.85				D	E	
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	7.58					E	F
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	7.76					E	F
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	7.80					E	F
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	8.30						F

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

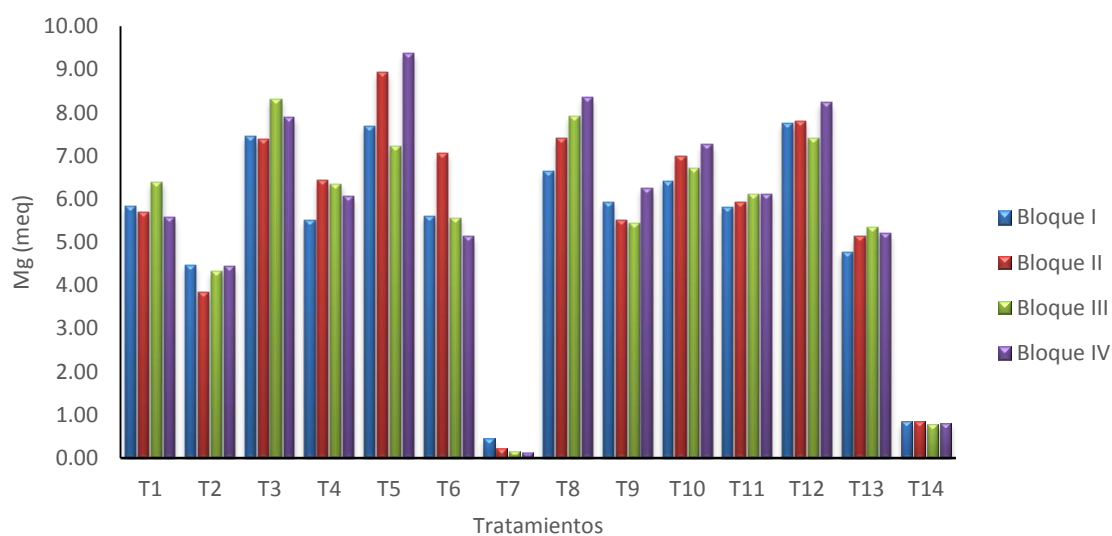


Figura 12. Niveles de Mg encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.

5.1.13. Niveles de Al a los tres meses.

En la medición de esta variable el análisis estadístico nos indica diferencia significativa ($P < 0.05$), entre las diferentes dosis de cal dolomita y triple fértil evaluadas. La mayoría de los tratamientos en donde se utilizó cal se comportaron similarmente reduciendo los niveles de Al en el suelo, los tratamientos T10, T1, T4, T2, T3, T8, T9, T12, T5 con medias de 0.02 meq y el T6 con una media de 0.07 meq. Los testigos resultaron ser diferentes estadísticamente al resto de los productos calcáreos con medias de 0.83 y 3.64 meq (Cuadro 16).

Cuadro 16. Prueba de medias para la variable Al del suelo a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia		
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.02	A		
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.02	A		
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.02	A		
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.02	A		
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.02	A		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.07	A		
T14 Testigo	Con lombricompost	0.83		B	
T7 Testigo	Sin lombricompost	3.64			C

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Podemos observar en la (figura 13) que todos los tratamientos tuvieron efecto de reducción de los niveles de Al presente en el suelo en el análisis realizado a los 3 meses, lo cual demuestra que la aplicación de materiales calcáreos como la cal dolomita y la triple fértil son una buena opción para reducir los niveles de aluminio en el suelo.

En otro caso totalmente diferente se encuentran los dos testigos ya que los niveles de Al siguen siendo elevados especialmente el testigo que no tiene presencia de lombricompost ya que no logro baja los niveles de Al así como lo hizo el testigo con presencia de lombricompost.

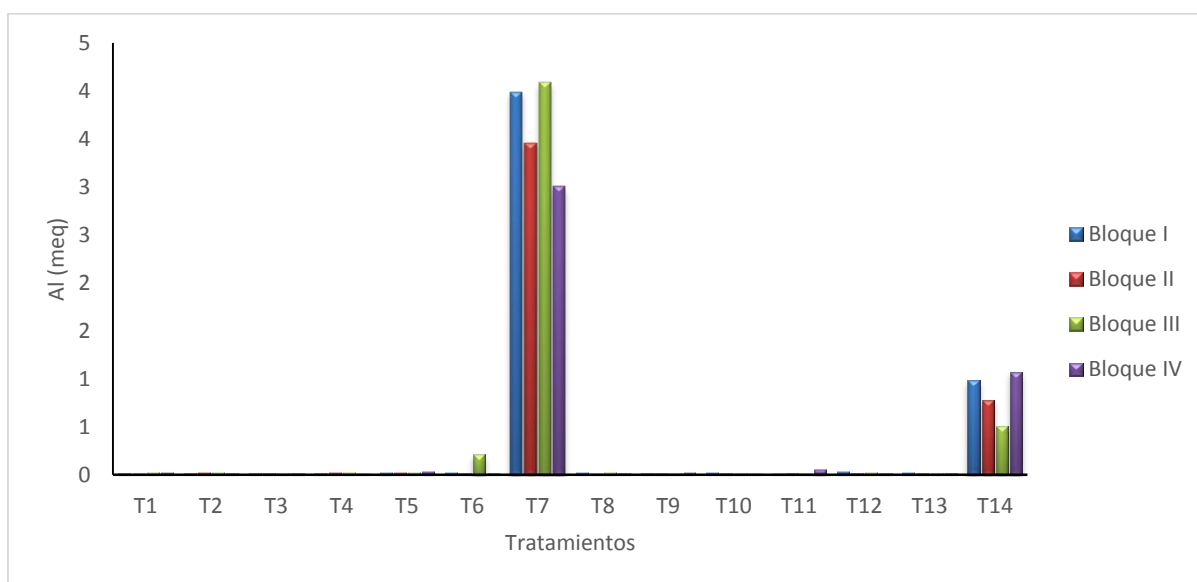


Figura 13. Niveles de Al encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.

5.1.14. Niveles de Al a los seis meses.

En la medición de esta variable el análisis estadístico nos indica diferencia significativa ($P < 0.05$), entre las diferentes dosis de cal dolomita y triple fértil evaluadas. La mayoría de los tratamientos en donde se utilizó cal se comportaron similarmente reduciendo los niveles de Al en el suelo, los tratamientos T2, T12, T11, T10, T3, T4, T5, T1, T6, T8, T9 y T13 manteniendo la misma media de 0.02 meq respectivamente igual que en el análisis realizado a los 3 meses después de sembrada chapola, los testigos (con y sin presencia de lombricompost) son los que presenta niveles más altos de aluminio en el suelo, principalmente el que no tiene presencia de lombricompost con medias de 2.47 y 5.57 meq (Cuadro 17, Figura 14).

Podemos observar en la (figura 14) que todos los tratamientos tuvieron efecto de reducción de los niveles de Al presente en el suelo en el análisis realizado a los 6 meses, lo cual demuestra que la aplicación de materiales calcáreos como la cal dolomita y la triple fértil son una buena opción para reducir los niveles de aluminio en el suelo.

Cuadro 17. Prueba de medias para la variable Al del suelo a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia		
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.02	A		
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.02	A		
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.02	A		
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.02	A		
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.02	A		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.02	A		
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.02	A		
T14 Testigo	Con lombricompost	2.47		B	
T7 Testigo	Sin lombricompost	5.57			C

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

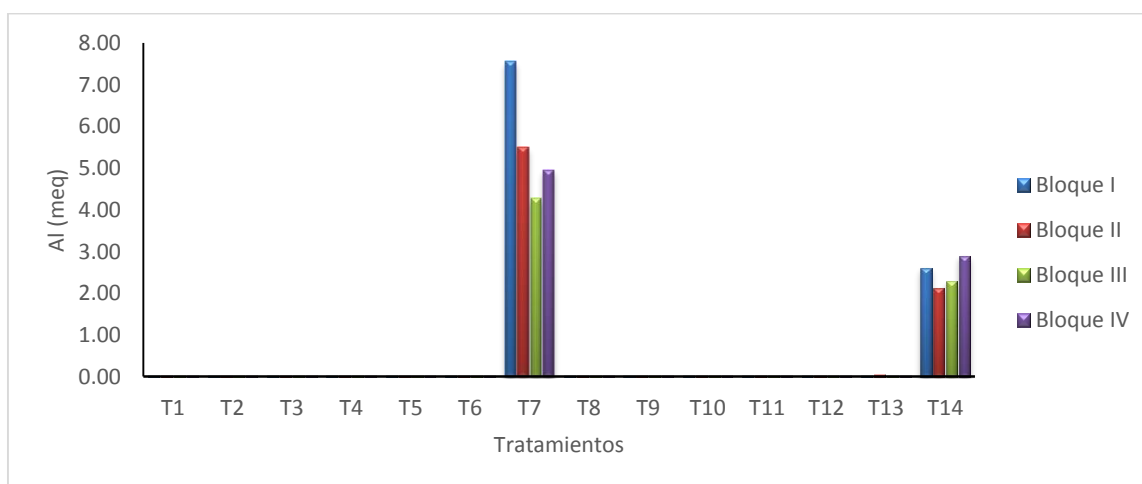


Figura 14. Niveles de Al encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.

5.1.15. Niveles de Zn a los tres meses.

Al evaluar el Zn el análisis de varianza presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), entre las diferentes dosis de cal dolomita y triple fértil evaluadas. El tratamiento T8 (cal dolomita 13.43g/bolsa con lombricompost) obtuvo el mejor resultado aumentando de un 1.77 ppm (Cuadro 3) a 4.17 ppm los niveles d Zn en el suelo. Los tratamientos T3, T2, T5 y T10 tuvieron un comportamiento similar entre sí con medias de 3.89, 3.90, 3.96 y 3.97 ppm respectivamente. Los testigos son los que presentan medias con menor valor de Zn en el suelo (Cuadro 18, Figura 15).

Como se observa en la (figura 15) los tratamientos se comportaron de una manera similar subiendo los niveles de Zn en el suelo con aplicaciones de cal dolomita y triple fértil en sus diferentes dosificaciones en el análisis de suelo realizado a los 3 meses.

Cuadro 18. Prueba de medias para la variable Zn del suelo a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (ppm)	Significancia			
T7 Testigo	Sin lombricompost	2.46	A			
T14 Testigo	Con lombricompost	2.91	A	B		
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	3.04	A	B	C	
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	3.36	A	B	C	D
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	3.51		B	C	D
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	3.65		B	C	D
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	3.66		B	C	D
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	3.66		B	C	D
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	3.81		B	C	D
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	3.89			C	D
T2 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	3.90			C	D
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	3.96			C	D
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	3.97			C	D
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	4.17				D

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

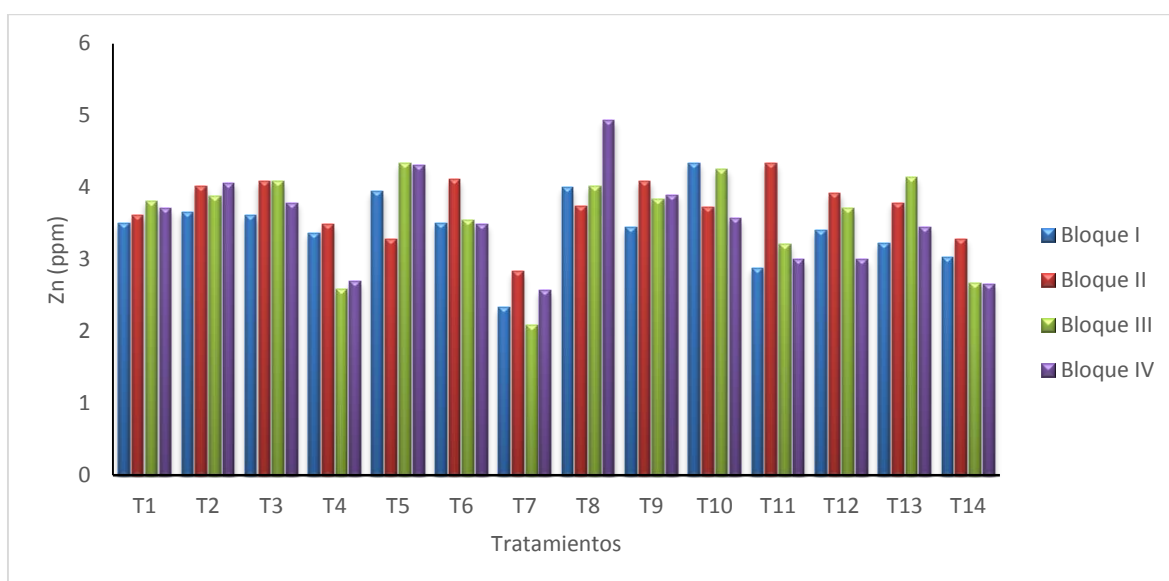


Figura 15. Niveles de Zn encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.

5.1.16. Niveles de Zn a los seis meses.

Al evaluar el Zn el análisis de varianza presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), entre las diferentes dosis de cal dolomita y triple fértil evaluadas. El tratamiento T8 (cal dolomita 13.43g/bolsa con lombricompost) sigue siendo el que presta el mejor resultado aumentando de un 1.77 ppm (Cuadro 3) a 5.80 ppm los niveles d Zn en el suelo en el análisis realizado a los 6 meses, los tratamientos que son más similares al T8 son T9 y T10 con medias de 5.04 y 5.49 ppm. Los tratamientos que tienen resultados similares son T3, T2, T6, T5, T12, T11 y T13 con medias de 4.11, 4.16, 4.41, 4.51, 4.71, 4.74, 4.80 ppm respectivamente. Los dos testigos y el T1 son los que presentan medias con menor valor de Zn en el suelo (Cuadro 19, Figura 16).

Como se observa en la (figura 16) los tratamientos se comportaron de una manera similar subiendo los niveles de Zn en el suelo con aplicaciones de cal dolomita y triple fértil en sus diferentes dosificaciones en el análisis de suelo realizado a los 6 meses.

Cuadro 19. Prueba de medias para la variable Zn del suelo a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (ppm)	Significancia					
T7 Testigo	Sin lombricompost	2.26	A					
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	2.84	A	B				
T14 Testigo	Con lombricompost	3.01	A	B	C			
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	3.51	A	B	C	D		
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	4.11		B	C	D	E	
T2 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	4.16		B	C	D	E	
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	4.41			C	D	E	F
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	4.51				D	E	F
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	4.71				D	E	F
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	4.74				D	E	F
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	4.80				D	E	F
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	5.04					E	F
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	5.49					E	F
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	5.80						F

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

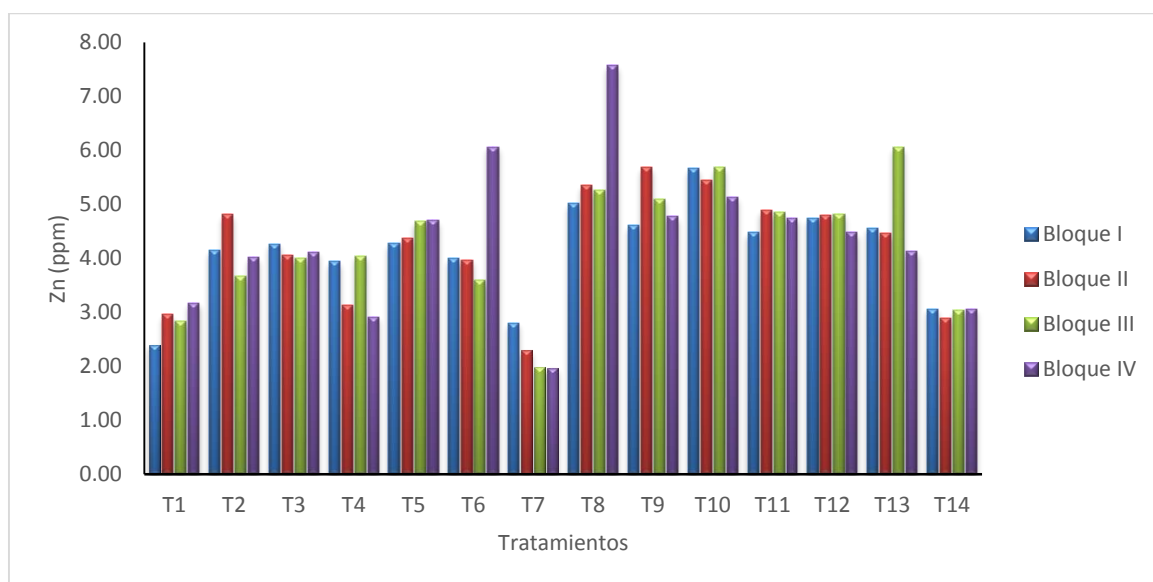


Figura 16. Niveles de Zn encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.

5.1.17. Niveles de Mn a los tres meses.

El análisis de varianza nos indica que el Mn presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), entre los diferentes tratamientos, el que mejor se comportó fue el testigo T14 el cual solo tiene presencia de lombricompost en una relación de 7:3 dando un aumento de 6.89 ppm (Cuadro 3) a 21.48 ppm de Mn, a lo que probablemente se debe el aumento de la presencia de Mn en el suelo ya que la utilización de cal no tienen capacidad para mejorar este elemento en el suelo, seguido del T5 (dolomita 26.87g/bolsa sin lombricompost) con 20.10 ppm, quedando con la media más baja el testigo T7 sin lombricompost con 10.51 ppm de Mn en el suelo (Cuadro 20).

Cuadro 20. Prueba de medias para la variable Mn del suelo a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (ppm)	Significancia		
T7 Testigo	Sin lombricompost	10.51	A		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	12.06	A	B	
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	13.06	A	B	C
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	13.13	A	B	C
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	13.37	A	B	C
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	13.64	A	B	C
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	13.67	A	B	C
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	13.75	A	B	C
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	15.44	A	B	C
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	16.57	A	B	C
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	16.67	A	B	C
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	17.74	A	B	C
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	20.10		B	C
T14 Testigo	Con lombricompost	21.48			C

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

El testigo presentó mejores resultados a pesar que no tenía presencia de ninguna dosis de cal, esto nos indica que el lombricompost, es un excelente sustrato para elevar los niveles de Mn del suelo. También el T5 (cal dolomita 26.87g/bolsa) sin aplicaciones de abono

orgánico presento alto contenido de Mn, lo que indica que la cal ayuda a incrementar la disponibilidad de este elemento en el suelo (Figura 17).

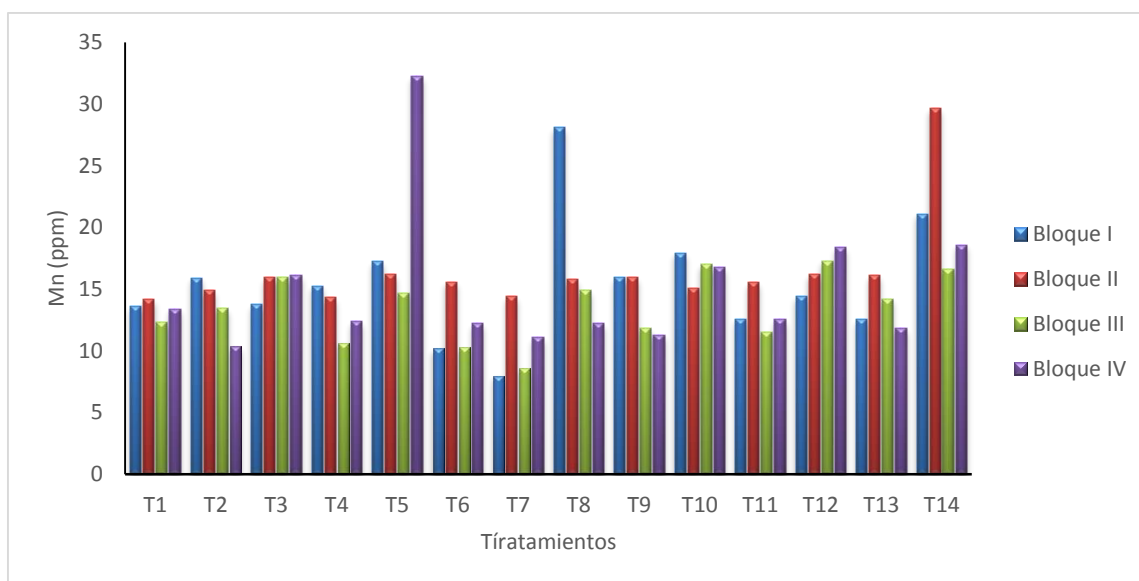


Figura 17. Niveles de Mn encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.

5.1.18. Niveles de Mn a los seis meses.

El análisis de varianza nos indica que el Mn presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), entre los diferentes tratamientos, el que mejor se comportó fue el T5 (dolomita 26.87g sin lombricompost) un aumento de 6.89 a 22.28 ppm de Mn, con estos resultados se puede ver que el efecto del lombricompost no permanece por mucho tiempo manteniendo estable la presencia de Mn en el suelo ya que en el análisis de suelo realizado a los 3 meses el testigo (con presencia de lombricompost) fue el que obtuvo mejores resultados con una media más baja de 5.35 ppm, en comparación con los demás tratamientos. (Cuadro 21, Figura 18).

Cuadro 21. Prueba de medias para la variable Mn del suelo a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (ppm)	Significancia				
T7 Testigo	Sin lombricompost	5.35	A				
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	9.55	A	B			
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	12.39	A	B	C		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	12.61	A	B	C		
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	12.77		B	C		
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	14.80		B	C	D	
T14 Testigo	Con lombricompost	14.95		B	C	D	
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	16.09		B	C	D	E
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	16.31		B	C	D	E
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	16.78			C	D	E
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	17.57			C	D	E
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	17.91				D	E
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	21.53				D	E
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	22.28					E

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

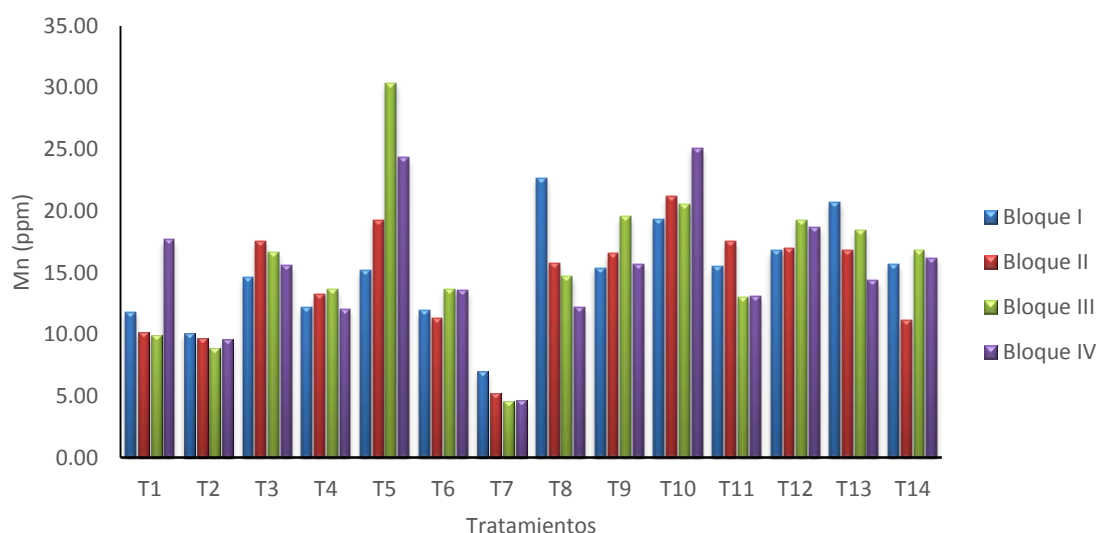


Figura 18. Niveles de Mn encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.

5.1.19. Niveles de Fe en el suelo a los tres meses.

El análisis de varianza nos indica que el Fe presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), entre las diferentes dosis de cal triple fértil y dolomita evaluadas, siendo el tratamiento T6 (triple fértil 26.87g/bolsa sin lombricompost) el que logró reducir el contenido de Fe de un 14.28 ppm a un 3.23 ppm, los tratamientos T13, T10, T12 y T11 presentaron resultados similares donde su reducción de Fe fue de 3.47, 3.60, 3.67 y 3.67 ppm respectivamente (Cuadro 22, Figura 19).

En general todos los tratamientos en donde se aplicó calcáreos, lograron reducir los niveles de Fe en el suelo, siendo los testigos (con y sin lombricompost) los únicos que no bajaron dichos niveles con medias de 14.07 y 14.20 ppm (Cuadro 22, Figura 19).

Cuadro 22. Prueba de medias para la variable Fe del suelo a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (ppm)	Significancia		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	3.23	A		
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	3.47	A		
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	3.60	A	B	
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	3.67	A	B	
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	3.67	A	B	
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	4.16	A	B	
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	4.16	A	B	
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	4.20	A	B	
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	4.72	A	B	
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	4.81	A	B	
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	5.04	A	B	
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	6.21		B	
T14 Testigo	Con lombricompost	14.07			C
T7 Testigo	Sin lombricompost	14.28			C

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

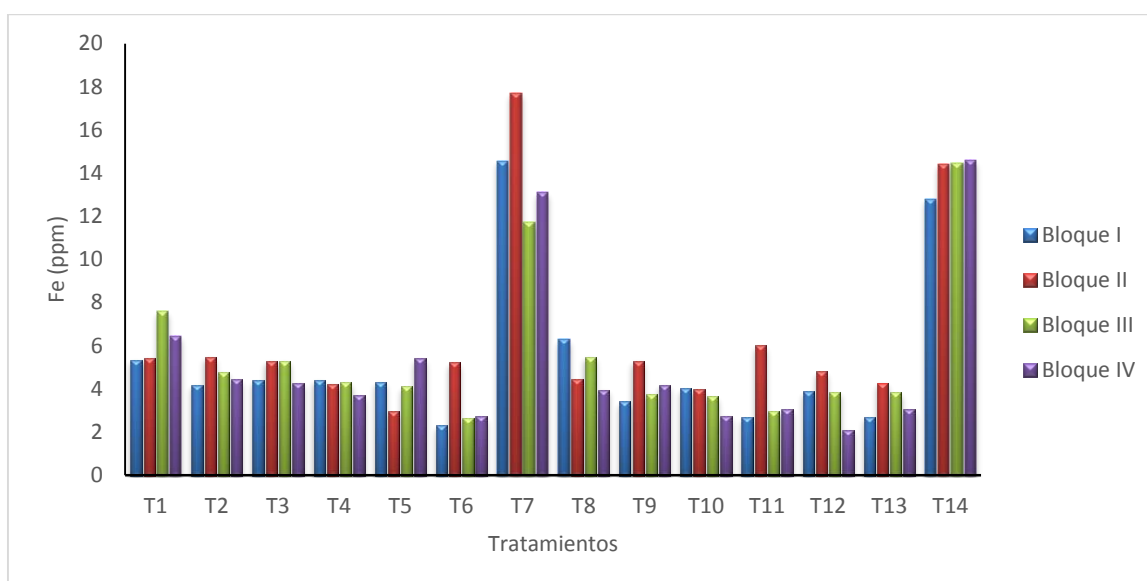


Figura 19. Niveles de Fe encontrados en el suelo/tratamiento/bloque a los tres meses.

5.1.20. Niveles de Fe en el suelo a los seis meses.

El análisis de varianza nos indica que el Fe presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), entre las diferentes dosis de cal triple fértil y dolomita evaluadas, siendo el tratamiento T6 (triple fértil 26.87g/bolsa sin lombricompost) el que logró reducir el contenido de Fe de un 14.28 ppm a un 3.57 ppm, los tratamientos T12, T4 y T13 presentaron resultados similares donde su reducción de Fe fue de 4.88, 5.13 y 5.98 ppm respectivamente (Cuadro 23, Figura 20).

En general todos los tratamientos en donde se aplicó calcáreos, lograron reducir los niveles de Fe en el suelo, siendo los testigos (con y sin lombricompost) los únicos que no bajaron dichos niveles más bien tuvieron un aumento considerable con el transcurso de 3 meses que es el intervalo entre cada análisis de suelo ya que en este último análisis de suelo las concentraciones de Fe en el suelo fueron mayores en especial para el testigo (con lombricompost) con medias de 15.55 y 23.64 ppm respectivamente (Cuadro 23, Figura 20).

Cuadro 23. Prueba de medias para la variable Fe del suelo a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (ppm)	Significancia							
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	3.57	A							
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	4.88	A	B						
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	5.13		B	C					
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	5.76		B	C	D				
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	5.98		B	C	D	E			
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	6.51			C	D	E			
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	6.62			C	D	E			
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	6.62			C	D	E			
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	6.68			C	D	E			
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	6.72				D	E			
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	7.36					E			
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	9.90						F		
T7 Testigo	Sin lombricompost	15.55							G	
T14 Testigo	Con lombricompost	23.64								H

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

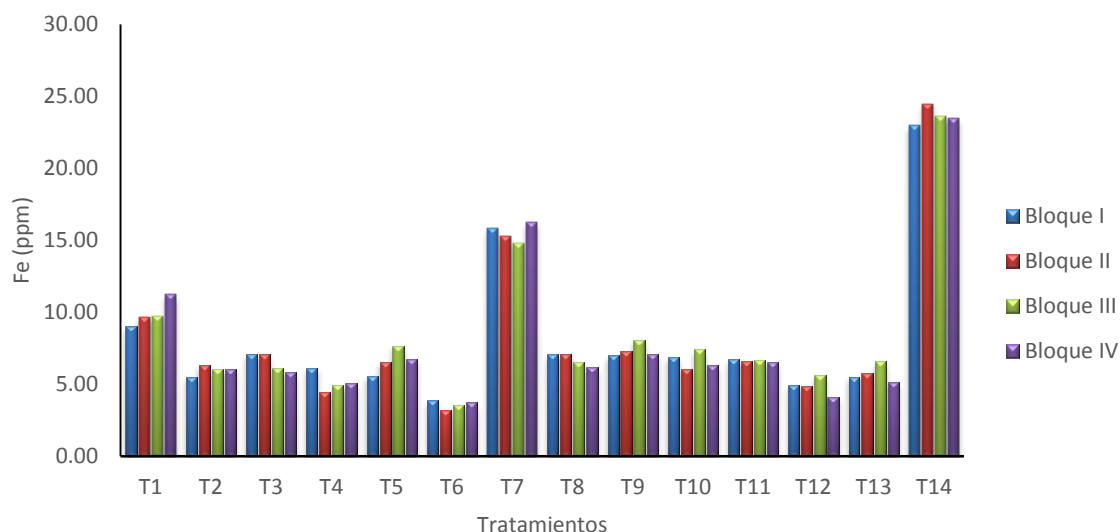


Figura 20. Niveles de Fe encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.

5.1.21. Niveles de Cu en el suelo a los tres meses.

El análisis de varianza nos indica que el Cu presento diferencia significativa ($P < 0.05$), entre las diferentes dosis de cal triple fértil y dolomita evaluadas, siendo el tratamiento. La prueba de medias tukey nos indica que el tratamiento T10, T13 y T11 mostraron mejores resultados en comparación a los demás tratamientos en la reducción de los niveles de Cu en el suelo con medias de 0.24, 0.25 y 0.36 ppm comprobando que la aplicaciones de cal al suelo ayuda a la reducción de la presencia de Cu en el suelo teniendo en cuenta que altas concentraciones de este elemento en el suelo lo vuelven toxico y no es bueno para la planta porque no lo puede asimilar (Cuadro 24, Figura 21).

Cuadro 24. Prueba de medias para la variable Cu del suelo a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (ppm)	Significancia
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.24	A
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.25	A
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.36	A
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.37	A
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.38	A
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.40	A
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.44	A
T14 Testigo	Con lombricompost	0.45	A
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.53	A
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.54	A
T7 Testigo	Sin lombricompost	0.56	A
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.61	A
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.66	A
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.71	A

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Como se observa en la (figura 21) los tratamientos que se comportaron mejor fueron los que no tenían presencia de lombricompost manteniendo buenos niveles de Cu en el suelo en comparación los tratamientos con presencia de lombricompost ya que no obtuvieron malos resultados pero la mayoría no pudo superar a los tratamientos sin el abono orgánico.

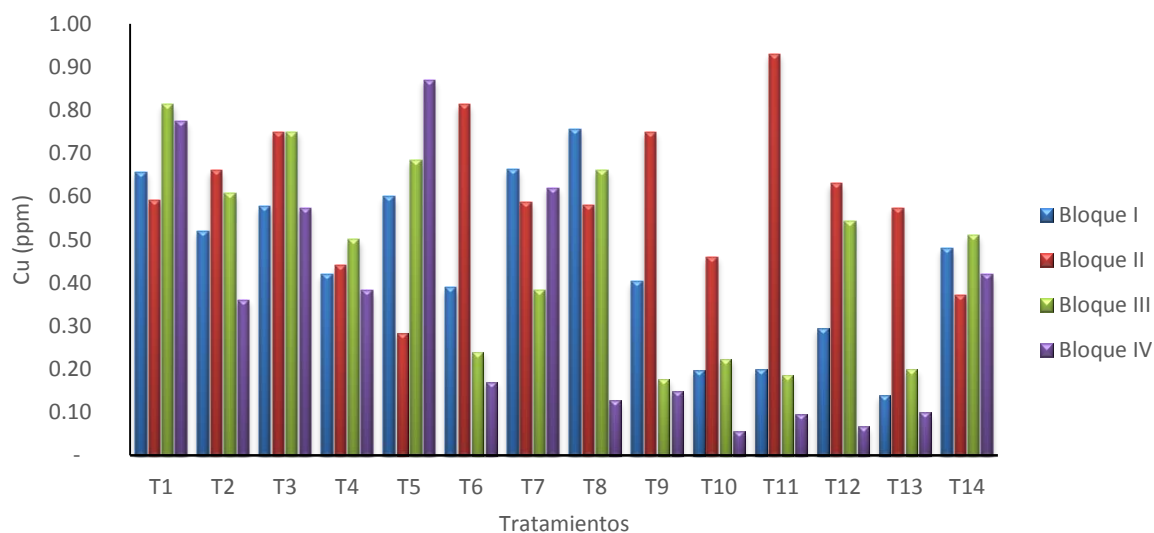


Figura 21. Niveles de Cu encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los tres meses.

5.1.22. Niveles de Cu a los seis meses.

El análisis de varianza nos indica que el Cu presenta diferencia significativa ($P < 0.05$), entre las diferentes dosis de cal triple fértil y dolomita evaluadas, siendo el tratamiento. La prueba de medias tukey nos indica que el tratamiento T12, T13, T11 y T10 mostraron mejores resultados en la reducción de Cu en comparación a los demás tratamientos con medias de 0.11, 0.15, 0.18 y 0.19 ppm demostrando que las aplicaciones de cal al suelo son muy útiles para la reducción de los niveles de Cu en el suelo teniendo en cuenta que altas concentraciones de este elemento en el suelo lo vuelven tóxico y no es bueno para la planta porque no lo puede asimilar (Cuadro 25, Figura 22).

Cuadro 25. Prueba de medias para la variable Cu del suelo a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (ppm)	Significancia				
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.11	A				
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.15	A				
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.18	A	B			
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.19	A	B			
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.22	A	B	C		
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.27	A	B	C	D	
T14 Testigo	Con lombricompost	0.34	A	B	C	D	E
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.45		B	C	D	E
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.50			C	D	E
T7 Testigo	Sin lombricompost	0.53				D	E
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.61					E
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.97					F
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	1.11					F
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	1.12					F

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Es muy notable que la presencia de lombricompost influye en gran parte a la reducción de este elemento en el suelo ya que todos los tratamientos sin presencia de lombricompost son los que tienen los niveles más altos de Cu en el suelo (Figura 22).

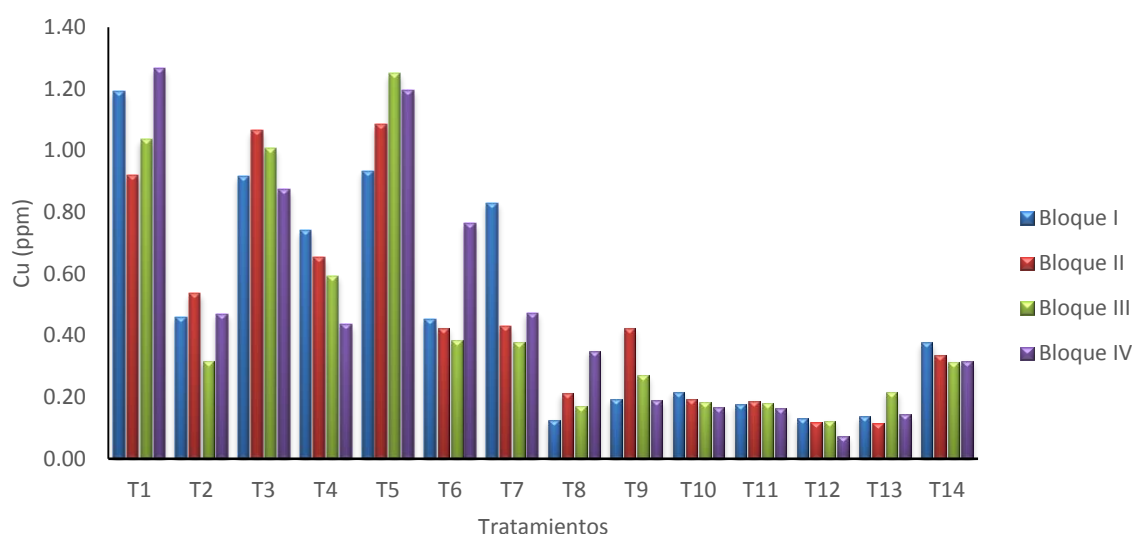


Figura 22. Niveles de Cu encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.

5.1.23. Niveles de Acint (acidez intercambiable) a los tres meses

El análisis de varianza nos indica que el Acint presento diferencia significativa ($P < 0.05$), entre las diferentes dosis de cal triple fértil y dolomita evaluadas, siendo el tratamiento. La prueba de medias tukey nos indica que los tratamientos T10, T2 y T9 se comportaron de forma similar con una media de 0.03 meq y fueron los mejores ya que lograron reducir la acidez intercambiable en el suelo. Los tratamientos T1, T3, T4, T8, T12, T5, T11, T6 y T13 los cuales son estadísticamente iguales lograron reducir la acidez intercambiable en el suelo con medias de 0.04, 0.04, 0.04, 0.04, 0.04, 0.04, 0.05, y 0.41 meq respectivamente. Los dos testigos presentaron diferencias significativa en relación a los otros, obteniendo medias de 1.06 y 3.81 meq, observándose que la presencia de lombricompost ayuda en cierta forma a la reducción de la acidez intercambiable (Cuadro 26, Figura 23).

Cuadro 26. Prueba de medias para la variable Acint del suelo a los tres meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia		
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.03	A		
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.03	A		
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.03	A		
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.04	A		
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.04	A		
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.04	A		
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.04	A		
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.04	A		
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.04	A		
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.05	A		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.10	A		
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.41	A	B	
T14 Testigo	Con lombricompost	1.06		B	
T7 Testigo	Sin lombricompost	3.81			C

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

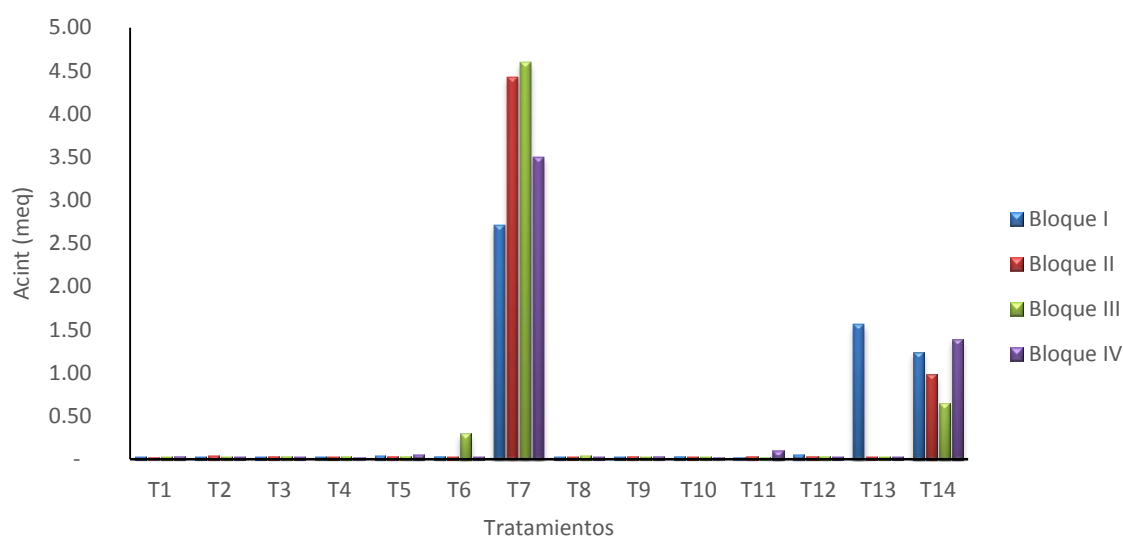


Figura 23. Niveles de acidez intercambiable encontrados en el suelo/tratamientos/bloque.

5.1.24. Niveles de Acint (acidez intercambiable) a los seis meses.

El análisis de varianza nos indica que el acidez intercambiable presente diferencia significativa ($P < 0.05$), entre las diferentes dosis de cal triple fértil y dolomita evaluadas, siendo el tratamiento. La prueba de medias tukey nos indica que los tratamientos T13 y los dos testigos (con y sin presencia de lombricompost) se comportaron de forma similar con las medias más altas de 0.05, 2.63 y 5.97 meq respectivamente aumentando los niveles de acidez intercambiable en el suelo. En cambio el resto de los tratamientos disminuyeron los niveles de acidez intercambiable teniendo todos una media de 0.04 meq. Lo cual nos demuestra que la aplicación de cal después de varios meses sigue reduciendo los niveles de acidez intercambiable del suelo (Cuadro 27, Figura 24).

Cuadro 27. Prueba de medias para la variable acidez intercambiable del suelo a los seis meses.

Tratamientos	Uso de lombricompost	Medias (meq)	Significancia		
T2 triple fértil 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.04	A		
T1 dolomita 13.43g/bolsa	Sin lombricompost	0.04	A		
T3 dolomita 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.04	A		
T4 triple fértil 20.15g/bolsa	Sin lombricompost	0.04	A		
T5 dolomita 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.04	A		
T10 dolomita 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.04	A		
T6 triple fértil 26.87g/bolsa	Sin lombricompost	0.04	A		
T8 dolomita 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.04	A		
T11 triple fértil 20.15g/bolsa	Con lombricompost	0.04	A		
T12 dolomita 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.04	A		
T9 triple fértil 13.43g/bolsa	Con lombricompost	0.04	A		
T13 triple fértil 26.87g/bolsa	Con lombricompost	0.05	A		
T14 Testigo	Con lombricompost	2.63		B	
T7 Testigo	Sin lombricompost	5.97			C

Prueba de medias con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

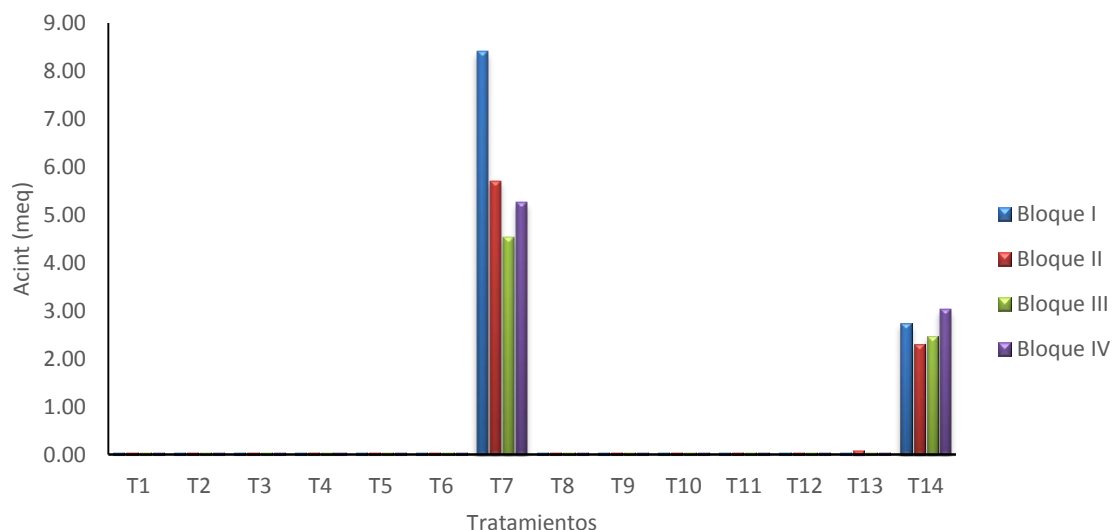


Figura 24. Niveles de acidez intercambiable encontrados en el suelo/tratamientos/bloque a los seis meses.

6.1. Variables evaluadas en la planta a los tres y seis meses.

6.1.1. Altura de planta.

Con respecto a la variable altura de planta, en el análisis de varianza se observaron que no existe diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dosis de cal aplicadas. Siendo el tratamiento T13 el que se comportó mejor durante todo el ensayo con una altura de 25 cm al momento de la última toma de datos a los 6 meses. Los tratamientos T4, T9, T8 y el testigo con presencia de lombricompost presentando las siguientes alturas de plantas a los 6 meses 23.0, 23.5, 23.7 y 23.6 respectivamente, en cambio los tratamientos restantes obtuvieron alturas de planta menor a los 20 cm (Figura 25).

Es muy notable que la utilización de materia orgánica así como lo es la lombricompost tiene un buen efecto en cuanto al desarrollo de la planta, en este caso la altura (Figura 25).

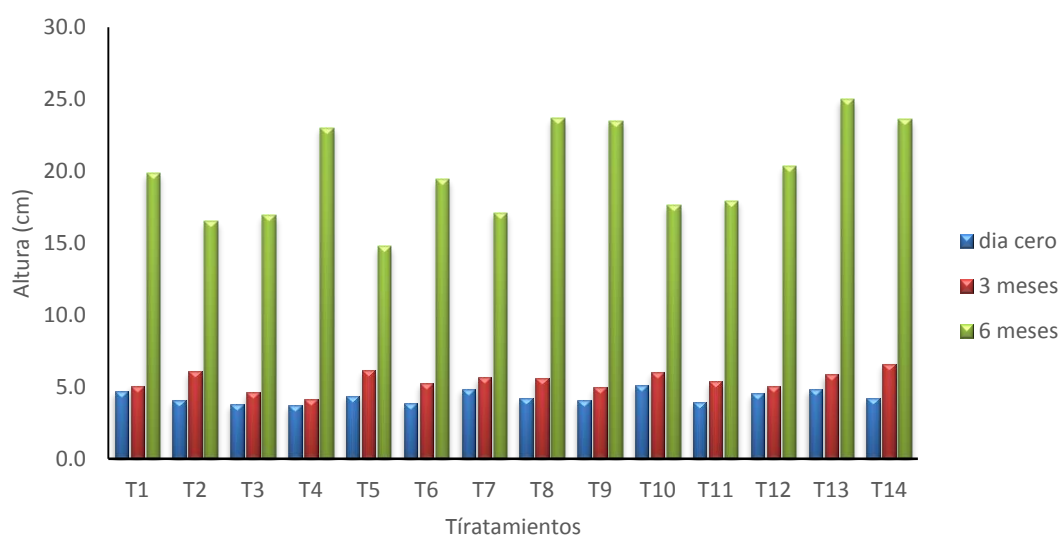


Figura 25. Altura de planta al día cero, tres meses y seis meses

6.1.2. Diámetro de tallo.

En cuanto a la variable diámetro de tallo, en el análisis de varianza se observó que no hay diferencia altamente significativas ($P < 0.05$) entre las dosis de cal aplicadas. Resulto con mejor diámetro de tallo el testigo con presencia de lombricompost con una medida de 2.0 mm al final del ensayo, los tratamientos que más se acercaron a esta medida fueron T4,

T9, T13 y T8 con diámetros de 1.7, 1.8, 1.8 y 1.9 mm respectivamente. En cambio el T3 (dolomita 20.15 g) fue el tratamiento que resulto con menor diámetro de tallo al final del ensayo con una medida de 1.4 mm (Figura 26). En la figura (Figura 26) se puede ver con el testigo con lombricompost presentan mejor desarrollo de la planta el cual está bien representado con el grosor de tallo.

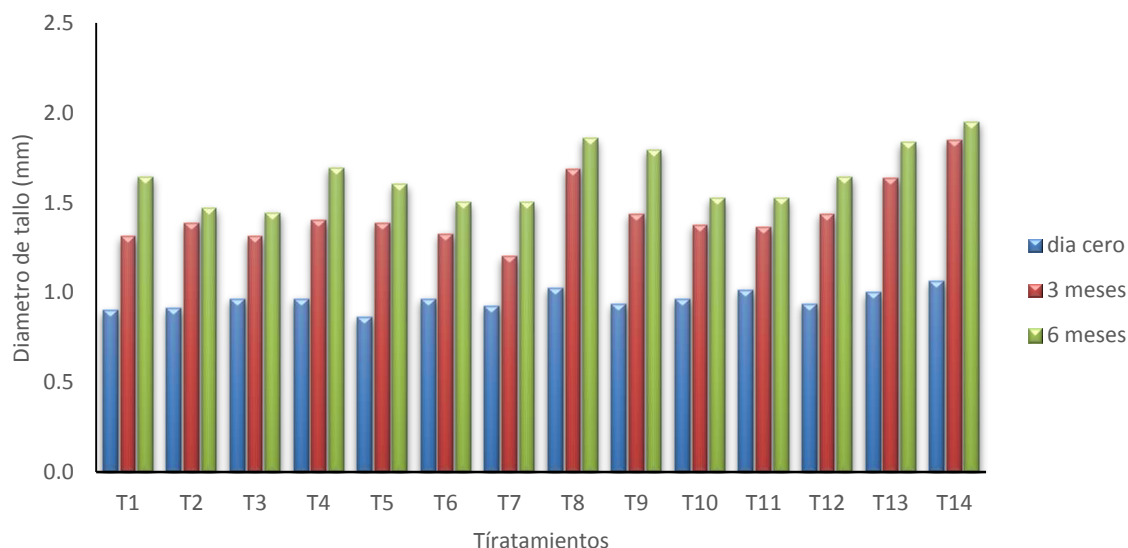


Figura 26. Diámetro del tallo al día cero, tres meses y seis meses.

6.1.3. Volumen de raíz.

Con respecto a la variable volumen de raíz, en el análisis de varianza se observa que no existe diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dosis de cal aplicadas. Siendo el tratamiento T13 (dolomita 26.87 g con lombricompost) el que se comportó mejor durante todo el ensayo presentando un volumen de raíz de 7.3 mm esto nos indica que en este tratamiento hubo un buen desarrollo radicular de las plantas, seguido por el testigo con presencia de lombricompost con un volumen de 6.4 mm el cual ha presentado buenas características en cuanto a desarrollo de la planta. En cambio los demás tratamientos tienen volumen de raíz más bajos con medias de 2.7 mm correspondiente al testigo sin presencia de lombricompost, hasta el T8 (dolomita 13.43g con lombricompost) con una media de 5.7 mm (Figura 27).

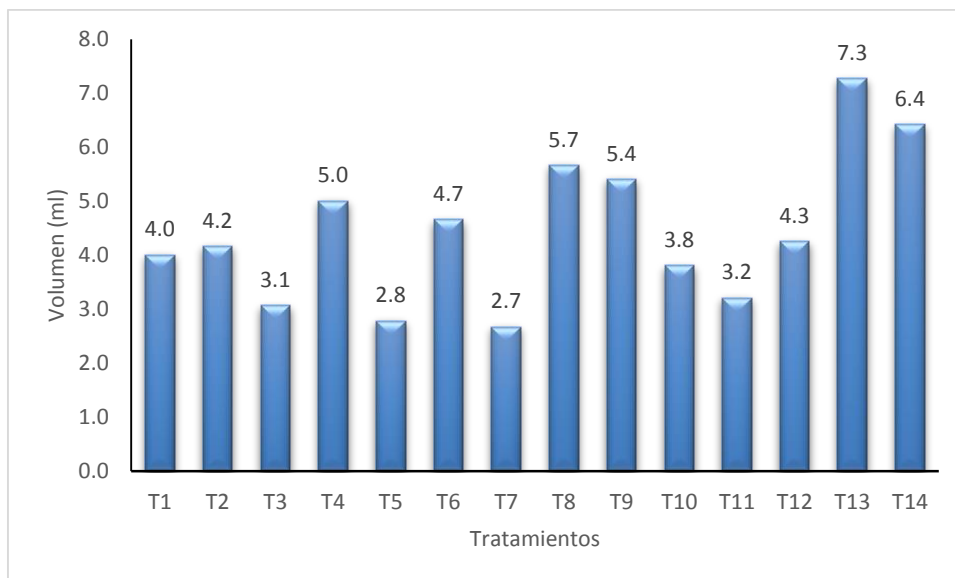


Figura 27. Volumen de raíz a los seis meses.

6.1.4. Peso fresco de la raíz.

Con respecto a la variable volumen de raíz, en el análisis de varianza se observa que no existe diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dosis de cal aplicadas. Siendo el tratamiento T13 (dolomita 26.87 g con lombricompost) con una media de 14 g, el testigo con presencia de lombricompost y el T9 (triple fértil 13.43 g con lombricompost) se comportaron de forma similar con medias de 12.1 y 12.2 g respectivamente. Se puede decir que los tratamientos y el testigo con presencia de lombricompost son los que han presentado un mejor desarrollo a nivel de planta por los contenidos de nutrientes que tiene la materia orgánica como lo es el lombricompost (Figura 28).

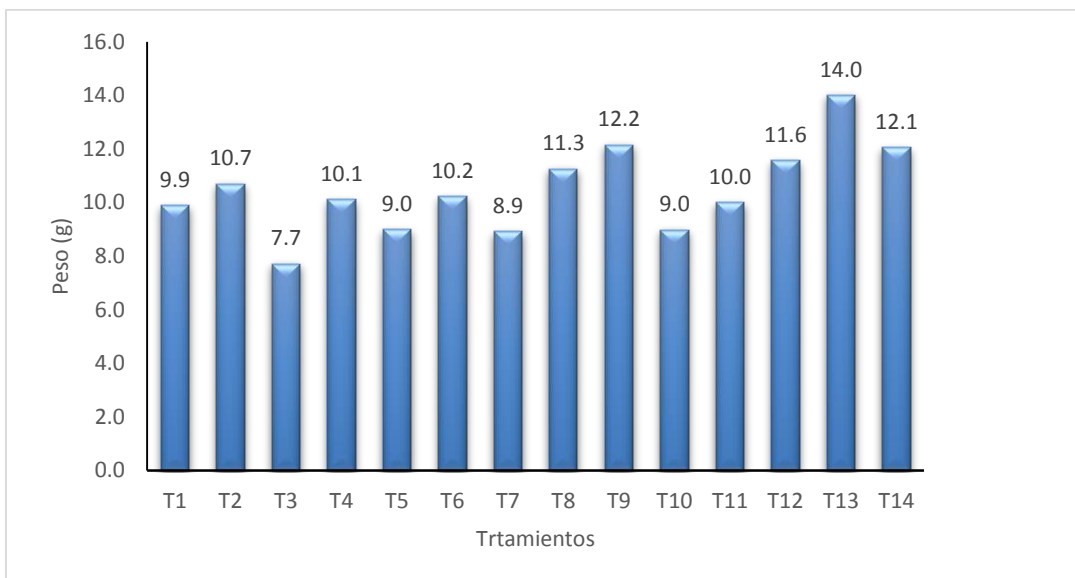


Figura 28. Diámetro del tallo a los seis meses.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados indican que las aplicaciones de cal (dolomita y triple fértil) mejora las condiciones de los suelos desaturados y con ello se favorece el desarrollo de las plantas.

El uso de lombricompost mejoró sustancialmente el desarrollo de las plantas inclusive en el testigo en donde no se aplicó calcáreos, lo que significa que el uso de calcáreos más lombricompost asegura la obtención de plántulas sanas y vigorosas, con un buen desarrollo de raíz, lo cual favorece el aprovechamiento de los nutrientes presentes en el suelo.

De todas las variables evaluadas en la planta ninguna presento diferencia estadística significativa a los seis meses posiblemente a que el tiempo de evaluación fue muy corto, aunque en las gráficas se observa cierta tendencia por algunos tratamientos sobre altura de planta, diámetro de tallo, volumen de raíz y peso fresco de la raíz.

Las dos enmiendas en los muestreos realizados a los tres y seis meses, se diferenciaron de los testigos por lo que mostraron su eficiencia en el cambio químico del suelo sin embargo triple fértil mostro tener un efecto más rápido (a los tres meses) y la dolomita la igualo hasta los seis meses.

VII. RECOMENDACIONES

Para la zona cafetalera de Ilama Santa Bárbara y sus alrededores se recomienda implementara la aplicación de enmiendas calcáreas junto con la incorporación de materia orgánica al momentos de establecer un vivero así aseguramos un buen desarrollo de la plántula antes de trasplantarlas al campo definitivo.

Capacitar a los productores en el manejo del vivero, uso de abono orgánico, y la importancia de producir plántulas de calidad, para obtener mejores éxitos en la plantación en campo definitivo.

Analizar el efecto de los tratamientos evaluados hasta un año, que es lo que hace la mayoría de los productores.

Efectuar un análisis de lombricompost para saber qué elementos y en qué cantidades está aportando al suelo debido a que en el presente experimento no fue determinado.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Abarca, S. y Aguilar R. 2002. Producción de sustrato para viveros. OIRSA. Costa Rica. pág. 37.

Acevedo I y Pire R. 2004. Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (*Carica papaya* L.). (En línea). Consultado el 25 de mayo 2004. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442004000500009&script=sci_arttext

ANACAFE (Asociación Nacional de investigaciones del Café). 1998. Manual de Caficultura, Guatemala, Guatemala. p 43-60.

ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café). 2013. Resultados del uso de lombricompost y el fertilizante químico para mejorar la productividad. (En línea). Consultado el 25 de Mayo 2014. Disponible en: <http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:Lombricompost-fertilizante-quimico-productividad>

Arizaleta, M, Pire R, y Parés J. 2002. Efecto de la fertilización con N-P-K sobre el contenido foliar y el crecimiento del cafeto (*Coffea arabica* L.) en la etapa de vivero, en la población de Villanueva, estado Lara, Venezuela. Rev. Café Cacao 3(2): 57-61.

Arizaleta, M. y Pire, R. 2007. Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. (En línea). Consultado el 20 de Abril 2014. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000100006

Bayer s.f. Bayfolan. (En línea). Consultado el 24 de Mayo 2014. Disponible en: <http://www.agroquimicos-organicosplm.com/bayfolan-forte-264-3#inicio>

Baicor s.f. Productos especiales Baicor. (En línea). Consultado el 24 Mayo 2014. Disponible en <http://www.nrconsa.com/baicornutri.html>

Campillo, R y Sadzawlca A. 2005. Encalado de los suelos, caracterización y manejo de enmiendas calcáreas. (En línea). Consultado el 20 Abril 2014. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33854.pdf>

Carvajal, J. 1984. Cafeto cultivo y fertilización. Instituto Interamericano de la Potasa Berna/ Suiza. Quito, Ecuador. 2 ed. 254 p.

CENICAFE. (Centro nacional de investigaciones del café). s.f. Crecimiento y desarrollo de la planta de café. (En línea). Consultado el 23 de Noviembre 2014. Disponible en: <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>

Chaves, V. 1999. Manejo de la fertilización en café. IHCAFE. (En línea). Consultado el 10 de Abril 2014. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_163.pdf.

Chirinos, H. s.f. Fertilización del cafeto. (En línea). Consultado el 15 de Abril del 2014. Disponible en: [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/A93D06F652333F4B06256B84006C3C0C/\\$file/Fertilizaci%C3%B3n+del+cafeto+\(Coffea+ar%C3%A1bica\)++Ing.+Hamlet+Chirinos+U.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/A93D06F652333F4B06256B84006C3C0C/$file/Fertilizaci%C3%B3n+del+cafeto+(Coffea+ar%C3%A1bica)++Ing.+Hamlet+Chirinos+U.pdf).

Cochran, W y Cox, G. 1981. Diseños Experimentales. Segunda edición. México. Editorial Trillas. 661, pp.

Concementos s.f. Cal dolomita. (En línea). Consultado el 24 de abril 2014. Disponible en: <http://www.comcementos.com/Descargas/Cales/Cal%20Dolomita.pdf>

Departamento de agricultura de Costa Rica. 2006. Café, clima y suelos. (En línea). Consultado el 24 de abril 2014. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/cafe-clima-suelos-t759/078-p0.htm>

Díaz, A y Marcano J. 1995. Efectos de tres dosis de cal agrícola sobre el crecimiento y producción de dos cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la localidad de el Molino, Edo. Lara. Colombia Bioagro 7 (3): pág. 80-84.

FAO. (Food and Agriculture Organization). 2002. Los fertilizantes y su uso. Guía de bolsillo para los oficiales de extensión, cuarta edición. FAO-IFA-ONU. pág. 7-9.

Farfán, F. 2007. Las buenas prácticas agrícolas en la caficultura. CENICAFE. Caldas Colombia. 277 p.

Fúnez, R., Trejo A y Pineda A. 2004. Aumentemos la producción respetando al ambiente y la salud humana. Un enfoque de manejo integrado para el sostenimiento de la fertilidad de los suelos y la nutrición de los cultivos. CIC-JAP, (IHCAFE), HN. pág. 7-24.

Gonzales, C. 2007. Producción de café en Honduras: modelado de las relaciones cafeto-arboleado. Tesis Ing. Rural Madrid, España. Universidad Politécnica de Madrid. 232 pp.

Grupo PARS, s.f. Cal triple fértil acción fertilizante. (En línea). Consultado el 1 mayo 2014. Disponible en: <http://50.63.153.50/~pars/pdf/nuevospdf/unifolios-para-triplefertil-y-yesofertil.pdf>

Herrera, J. s.f. Suelo, nutrición y fertilización producción de semilleros y viveros. (IHCAFE). HN. Capítulo 7. Pág. 108-110.

Herrera, J. 2001. Suelo fertilización y nutrición. Instituto Hondureño del Café. (En línea). Consultado 19 Abril. 2014. Disponible en:

http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=1&Itemid=143&limitstart=20

INIA (Instituto de investigación agropecuaria). 2005. Análisis y evaluación de sustratos en base a (*Sphagnum sp.*). (En línea). Consultado el 23 de Noviembre 2014. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=033152>

ITAGRO (Industria tecnológica agropecuaria). s.f. Vitafol plus multipropósito NPK. (En línea). Consultado el 24 de Mayo 2014. Disponible en: <http://www.itagro.com.pe/fertilizantes-foliares-solidos2/96-productos/fertilizantes-foliares-sol/83-vital-plus-multiproposito-npk-20-20-20>

Lemus, E 2006. Evaluación de niveles de nitrógeno, fosforo y potasio sobre el rendimiento del cultivo de café, durante dos años, en dos localidades de la parte alta del municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula. (En línea). Consultado el 10 de abril del 2014. Disponible en http://cunori.edu.gt/descargas/evaluacin_de_niveles_de_nitrogeno_fosforo_y_potasio_sobre_el_rendimiento_del_cultivo_de_caf_durante_dos_a.pdf

López, E (2007). Estudios del sector cafés de altura (En línea). Consultado el 13 de noviembre del 2014. Disponible en: <http://www.sic.gob.hn/promocion/New%20folder/ESTUDIO%20DE%20SECTOR%20CAFE%20DE%20ALTURA.pdf>.

Magra, G y Ausilio A. s.f. Corrección de la acidez de los suelos. (En línea). Consultado el 27 de Abril 2014. Disponible en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/13/9AM13.htm>

Mora, N. 2008. Agro cadena de café. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Huetar Norte, C R. pág. 49pp.

Molina E. 1998. Acidez de suelo y encalado. (En línea). Consultado el 26 Abril 2014. Disponible en: http://anfacal.org/media/Biblioteca_Digital/Agricultura_Neutralizacion_de_Suelos_Acidos/JM-encalado_y_acidez.pdf

Morales, H; Palmieri, M; Dix, MW. 1996. Mal de Viñas del café: ¿biótico o abiótico? Ceiba 37:281-290

Morales, O. 2012. Alternativas de fertilización en viveros para la producción de plántulas de café (*Coffea arábica*). Tesis. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, HN. pág. 4-12.

Moya, C. y Zantua, M.I. 1991. Caracterización de la Fertilidad de Suelos de la región Cafetalera de Santa Bárbara, Honduras. XIV Simposio de Caficultura Latino Americana, Mesa de Trabajo: Suelos, Fisiología y Beneficiado. PROMECAFE. Panamá.

OIRSA (Organismo internacional regional de sanidad alimentaria). 2000. Manual técnico buenas prácticas de cultivo de café orgánico (para productores). (En línea). Consultado el 25 Abril. 2014. Disponible en: <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALCAFEORG ANICO.pdf>

OIRSA (Organismo internacional regional de sanidad alimentaria). 2002. Producción de sustratos para vivero. (En línea). Consultado el 25 de Abril 2014. Disponible en: <http://www.croprotection.webs.upv.es/documentos/Compostaje/Sustratos-para-Viveros.pdf>

UNU. (Organización de las naciones unidas). 2002. Los fertilizantes y su uso. Guía de bolsillo para los oficiales de extensión, cuarta edición. FAO-IFA-ONU. pág. 7-9.

Ordoñez, M. 2001. Producción de semilleros y viveros de café. Manual de caficultura. IHCAFE, Tegucigalpa MDC, HN. 2001 pp.

Ortiz, R; Braeuner, M; MacVean, C. 1996. Acidez del suelo como causa del “Mal de Viñas” del café (*Coffea arabica* L.) en Guatemala: un estudio de invernadero. Ceiba 37:291-298.

Ortiz, E. 2008. Evaluación del efecto de la cal dolomita sobre algunas características químicas del suelo y la absorción de nutrientes en el cultivo de piña (*Ananas comosus* (L). Informe. Práctica Bachillerato en Ingeniería en Agronomía. Instituto tecnológico. San Carlos. Costa Rica. C. A. pág. 20.

Oviedo, Y. 2010. Aplicación fraccionada de fertilizantes inorgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica*). Tesis. Universidad Nacional de agricultura, Catacamas, HN. pág. 7-17.

Pineda, A. 2004. Un enfoque de manejo integrado para el sostenimiento de la fertilidad de los suelos y la nutrición de los cultivos. (En línea). Consultado el 29 de Abril 2014. Disponible en: file:///C:/Users/Erick/Downloads/Manual%20Tecnico.pdf

Pinochet, D., Ramírez F. y Suárez F. 2005. Evaluación de la calidad agrícola de cuatro enmiendas calcáreas en un suelo ácido derivado de cenizas volcánicas. Agro Sur, Vol. 33 N° 1, pp. 29-35.

PROCAFÉ. (Asociación Salvadoreña para Investigaciones del Café). 2008. Fertilización del Cafeto. (En línea). Consultado el 28 de Abril 2014. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/fertilizacion-cafeto-t2031/078-p0.htm>

PROMICAL (Productos Minerales calcareos). s.f. Cal dolomita. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre 2014. Disponible en:

<http://www.computrabajo.com.co/empresas/ofertas-de-trabajo-de-productos-minerales-calcareos-promical-ltda-0E1137D2BB2C9594>

Rodríguez, J. 2001. Efectos del fertilizante mycoral (micorriza arbuscular) en el desarrollo del café (*Coffea arabica* L) en viveros en zamorano honduras (En línea). Consultado el 28 de Abril del 2014. Disponible en: http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2001/T1271.pdf.

Serpa, R. y Gonzales M. 2003. Necesidad de cal en tres suelos ácidos de Costa Rica. Agro. Costa. CR. 3(2): pág. 101-108.

Sosa, H. 2001. Biología de la planta y clima para el cultivo de cafeto. Manual de caficultura. Instituto Hondureño del Café. (IHCAFE). Tegucigalpa, HN. Pág. 6.

Suarez, H. 1994. Uso de cales y fertilizantes en praderas de la zona sur. Avances en producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias agrarias, Instituto de Producción Animal, Valdivia, Chile. p. 39-65 Serie B.-18, In L. Latrille, L. (ed.).

Tanaka, A.; T. Tadano; K. Yamamoto and N. Kamamljra. 1987. Comparison of toxicity to plants among Al^{+3} , $AlSO_4^{+}$, and $Al-F$ complex ions. Soil Science and Plant. Nutrition 33(1): 43-55.

Valencia, G. s.f. Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto. International Plant Nutrition Institute. (En línea). Consultado el 28 de Abril 2014. Disponible en: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/0ae8c9d4887c66dd05257a6a00759a32/\\$FILE/Fisiologiacafeto.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/0ae8c9d4887c66dd05257a6a00759a32/$FILE/Fisiologiacafeto.pdf)

Valerio, J y Molina E. 2012. Evaluación de una fuente de enmienda líquida en el rendimiento del arroz en un ultisol de la zona norte de Costa Rica. Agron. Costarricense Vol. 36 no.1: pág 7-8.

Velasco J., Hernandez A., Contreras A., Gaytan C. y Luna N. s.f. Uso de lombricompost en la reproducción de limonaria (*Choisya aff* Hernata). (En línea). Consultado el 20 de Abril del 2014. Disponible en http://www.funprover.org/agroentorno/agro_nov012/usodelommbricompostenreprodlimonaria

ANEXOS

Anexo 1. Aleatorización de los tratamientos y croquis de campo.

T-7	T-11	T-1	T-12	T-6	T-5	T-3	T-10	T-2	T-8	T-9	T-4	T-14	T-13	IV
414	413	412	411	410	409	408	407	406	405	404	403	402	401	

T-13	T-7	T-6	T-10	T-5	T-9	T-1	T-4	T-11	T-8	T-2	T-12	T-14	T-3	III
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	

T-3	T-14	T-12	T-2	T-8	T-9	T-4	T-11	T-1	T-13	T-10	T-6	T-7	T-5	II
214	213	212	211	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201	

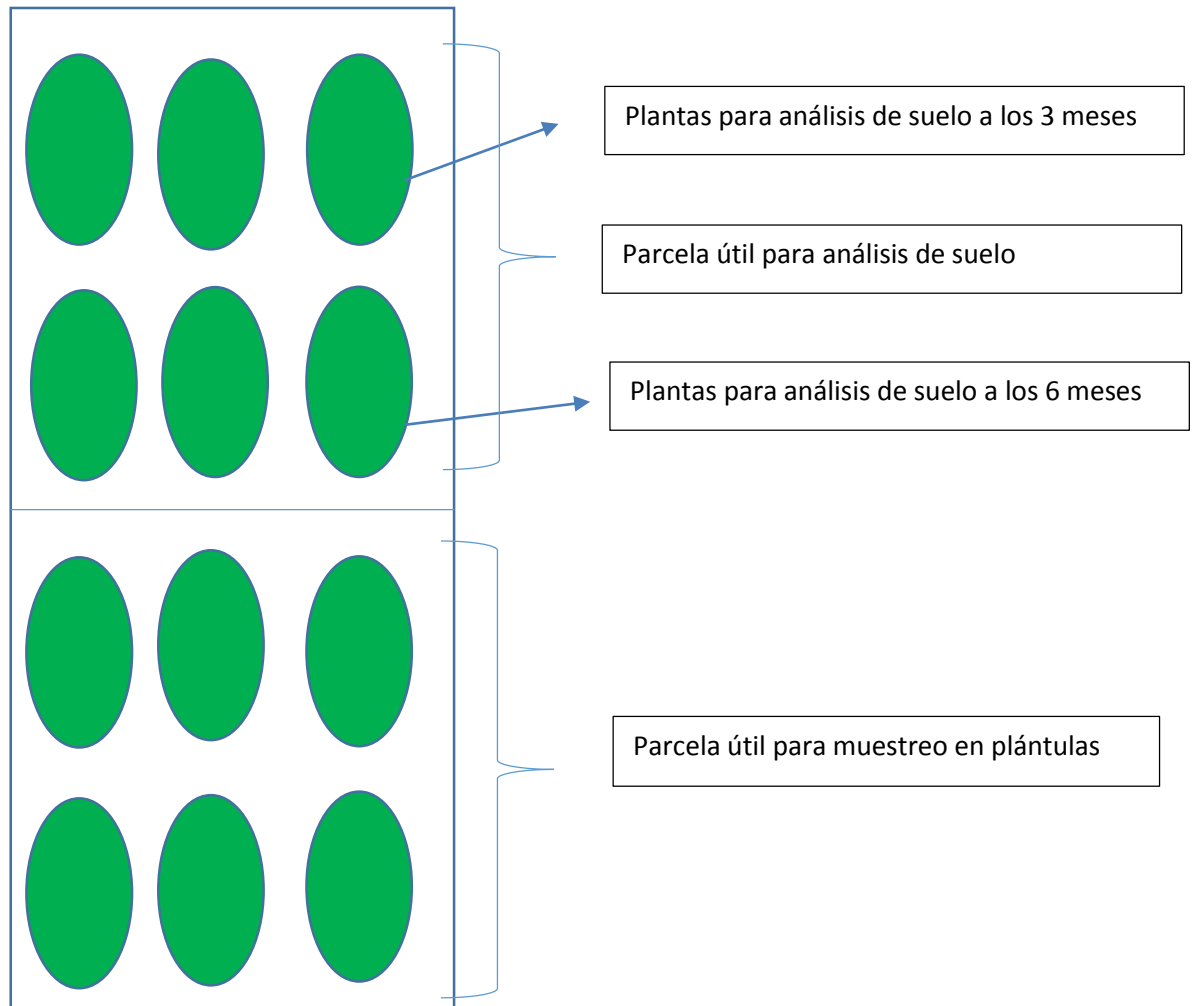
T-7	T-10	T-1	T-13	T-6	T-3	T-11	T-4	T-8	T-14	T-2	T-12	T-9	T-5	I
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	

Los números inferiores corresponden a las parcelas y los superiores a los tratamientos.

Con adición de lombricompost 

Sin adición de lombricompost 

Anexo 2. Tamaño y número de plantas por parcela



La parcela total fue de 12 plántulas distribuidas en 3 surcos con 4 plantulas (bolsa) de cada uno, teniendo la parcela útil de 6 plantas para análisis de suelo y 6 plantas para muestreo en plántulas.

Anexo 3. Cronograma de actividades.

Actividad	Enero	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Elaboración de protocolo			X									
Selección de sitio experimental				X								
Compra materiales					X							
Muestreo y análisis					X							
Montaje del experimento					X							
Aplicación de las enmiendas					X							
Primera fertilización al suelo						X						
Segunda fertilización al suelo							X					
Tercera fertilización al suelo								X				
Primera fertilización foliar						X						
Segunda fertilización foliar							X					
Cosecha								X			X	
Tabulación de datos										X	X	

Anexo 4. Presupuesto de materiales utilizados.

Materiales	Cantidad	Precio	Total
Bolsas para vivero de 6X8 Pulg	672 bolsas	L. 90.00	90.00
18-46-0	20 libras	L. 200.00	L. 200.00
Bayfolan Forte	2 litro	L. 210.00	L. 210.00
Cal Dolomita	20 libras	L. 60.00	L. 60.00
Cal Triple Fértil	20 libras	L. 60.00	L. 60.00
Análisis de suelo			L. 300.00
			L. 920.00

Anexo 5. Composición de diferentes fertilizantes foliares existentes en el mercado.

5.1. Nutrientes que contiene el Bayfolan forte.

Nº	Ingredientes	Forte (%)
1	Nitrógeno total	11.470
2	Fosforo	8.000
3	Potasio	6.000
4	Azufre	0.230
5	Boro	0.036
6	Calcio	0.025
7	Cobre	0.040
8	Cobalto	0.002
9	Fierro	0.050
10	Manganeso	0.036
11	Molibdeno	0.005
12	Magnesio	0.025
13	Zinc	0.080
14	Ácido indolacético	0.003
15	Clorhidrato de tiamina	0.004

Fuente: Bayer s.f.

5.2. Nutrientes que contiene el Phyto plus

N°	Composición química	(%)
1	Nitrógeno	5
2	Potasio	5
3	Magnesio	1
4	Zinc	0.10
5	Boro	0.15
6	Azufre	0.40
7	Fosforo	10
8	Hierro,	1
9	Manganeso	0.50
10	Cobre	0.10

Fuente: Baicor s.f.

5.3. Nutrientes que contiene el Vitafol

N°	Ingredientes	Concentración (%)
1	Nitrógeno	20.0
2	Fosforo	20.0
3	Potasio	20.0
4	Hierro	1.0
5	Boro	0.3
6	Cobre	0.025
7	Cobalto	0.0005
8	Manganeso	0.4
9	Molibdeno	0.03
10	Magnesio	1.0
11	Zinc	0.5
12	Ácido carboxílicos	2.0
13	Vitamina B1	0.025

Fuente: ITAGRO s.f.

Anexo 6. Requerimientos nutricionales del cultivo de café.

Análisis	Unidad	Bajo	Normal	Alto
pH	-	<5	5-6.5	>6.5
MO	%	<5	5-10	>10
N total	%	<0.4	0.4-0.8	>0.8
P	Ppm	<5	5-15	>15
K	meq/100 suelo	<0.2	0.2-0.7	>0.7
Ca	meq/100 suelo	<3	3-9	>9
Mg	meq/100 suelo	<0.5	0.5-2	>2
Fe	Ppm	<5	5-15	>15
Mn	Ppm	<2	2-10	>10
Cu	Ppm	<0.5	0.5-1	>1
Zn	Ppm	<1	1-5	>5
S	Ppm	<12	12-20	>20
B	Ppm	<0.5	0.5-8	>8
Saturación de Bases	%	<60	60-70	>70

Moya C. y Zantua, M.I. (1991).

Anexo 7. Hoja de toma de datos.

Nº de muestreo _____ Fecha _____ Evaluador _____

[illegible]

