

INTRODUCCIÓN

Los caficultores en el municipio Juan Vicente Campo Elías cuentan con un valioso recurso orgánico como es la pulpa de café, que dándole un uso eficaz puede ser sustituto, de la fertilización química del café.

En busca de una armonía entre el ambiente y el uso adecuado de los subproductos, principalmente de la pulpa que representa el 40% del peso fresco del fruto, equivalente a decir que por cada cosecha, se producen millones de quintales de pulpa. La práctica nos indica que este subproducto es almacenado en promontorios después de la cosecha, raras veces es utilizado, por lo que pasa a contaminar las fuentes de agua, ocasionando severos daños al ambiente.

El café es uno de los rubros más importantes para la economía del municipio, los esfuerzos para incrementar los rendimientos y la utilización de abonos químicos han generado cantidades de desechos; lo que nos ha motivado a realizar un ensayo experimental, con el propósito de mitigar, en la medida de lo posible, los efectos negativos que se producirían sobre el medio ambiente en general.

Para disminuir las consecuencias ambientales de esta praxis inadecuada de los desechos, se han propuesto varias alternativas de manejo, la utilización de diversos abonos orgánicos entre los cuales está el uso del bocashi, compost y humus de lombriz que consiste en transformar los desechos en abonos orgánicos de muy buena calidad, muy útiles para el mejorar la fertilidad de los suelos. Sin embargo, es necesario incorporar otros sustratos que estén al alcance del productor, así como desarrollar conocimientos en cuanto a las dosis de aplicación y su interacción con otros materiales, ya que las tendencias actuales se orientan a dar una mayor importancia al uso de productos de tipo ecológico que favorezcan la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y que a su vez, permitan a los agricultores obtener mayores ingresos económicos por la creciente demanda de los mismos en el mercado nacional e internacional.

En el estado Trujillo, existe amplia tradición en el uso de abonos orgánicos como fuentes de suministro de nutrimentos y enmiendas del suelo en los sistemas de producción hortícola en las zonas altas, empleándose principalmente productos como la gallinaza, el

estiércol de chivo y el de ganado vacuno y en menor proporción el humus de lombriz, compost y casi nulo el bocashi. Debido a la creciente demanda en el uso de estos abonos se considera de gran importancia estudiar, analizar, y evaluar el efecto de estas alternativas orgánicas en el principal rubro agrícola del municipio, además de la importancia que tiene mejorar las diversas características del suelo.

Por lo anterior, en este estudio se propone la evaluación de tres productos orgánicos y la interacción con materiales naturales y minerales con la finalidad de validar soluciones viables para el manejo de la fertilidad de los suelos cafetaleros en la zona de estudio.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Evaluar la aplicación de tres abonos orgánicos y la combinación con dos productos minerales sobre características químicas en un suelo cafetalero en la finca Angelly del municipio Juan Vicente Campo Elías del Estado Trujillo.

Objetivos Específicos:

- Caracterizar el suelo del área de estudio a través de las variables químicas.
- Evaluar los efectos de la incorporación de Compost, bocashi, humus de lombriz, la combinación del compost y bocashi con fosforita más cal agrícola y la fosforita más cal agrícola, sobre el pH, contenido de materia orgánica, fósforo y potasio disponible en el suelo.
- Diferenciar el comportamiento de los tratamientos aplicados en función de los cambios en la fertilidad del suelo.
- Evaluar el efecto sobre el status nutricional de plantas de café.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.- Fertilización en el suelo y el uso de abonos orgánicos.

La fertilidad de un suelo se aborda desde la perspectiva de la producción de cultivos. En definiciones más modernas se incluye la rentabilidad y la sustentabilidad de los agro-ecosistemas. Muchas veces se divide a la fertilidad en química, física y biológica para su abordaje particular, pero resulta complicado separarlas. La fertilidad química se refiere a la capacidad que tiene el suelo de proveer nutrientes esenciales a los cultivos; aquellos que de faltar determinan reducciones en el crecimiento y/o desarrollo del cultivo. La fertilidad física esta relacionada con la capacidad del suelo de brindar condiciones estructurales adecuadas para el sostén y crecimiento de los cultivos. Aspectos como la estructura, espacio poroso, retención hídrica, densidad aparente, resistencia a la penetración, entre otras, son algunas de las variables que se analizan en estudios de fertilidad física de suelos. La fertilidad biológica se vincula con los procesos biológicos del suelo, relacionados con sus organismos, en todas sus formas. Los organismos del suelo son imprescindibles para sostener diversos procesos del suelo señaló Duggan (2008).

Morillo (2008), indicó que la fertilidad del un suelo se debe a las actuaciones que los medios abióticos y bióticos tienen después de interrelacionarse.

Delgado (2001), reportó que la fertilidad es sinónimo de la capacidad de dar vida. Al referirnos a la fertilidad de suelo, señalamos su capacidad para permitir y sustentar la vida vegetal. Esta fertilidad no solo depende de la presencia de nutrientes en el suelo, sino también depende de su disponibilidad para las plantas, de la capacidad del perfil del suelo para almacenar y entregar agua, de la existencia de un espacio físico para el crecimiento de las raíces y de la ausencia de procesos de destrucción de lo que haya logrado crecer en él.

La fertilidad del suelo tiene, por lo tanto, componentes químicos, componentes físicos y componentes biológicos, por lo que todo manejo adecuado debe considerar mecanismos de optimización de estos tres tipos de componentes en forma interdependientes. Las entradas y salidas de nutrientes variarán de acuerdo al tipo de cultivo, tipo de suelo, formas de fertilización, nivel de materia orgánica en las prácticas

agronómicas y culturales, entre otras. Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. El valor de la materia orgánica que contiene el suelo ofrece grandes ventajas que difícilmente puede lograrse con los fertilizantes inorgánicos. En este sentido, Vargas y Valbuena (1999), reportaron cambios significativos en la CIC, fósforo, calcio y magnesio disponibles en un suelo sometido a diferentes manejos orgánicos.

El excedido crecimiento de la población ha incentivado la progresiva necesidad de producción de alimentos, a escala mundial, incrementándose la producción de diferentes rubros agrícolas y pecuarios. Induciendo, la utilización de tecnologías alternativas, en diversos sistemas de producción. En muchos casos empleadas inadecuadamente, y que han dado lugar a una disminución del contenido de materia orgánica en el suelo, con sus efectos asociados (alteración del equilibrio químico, físico y biológico). Una de las alternativas para reoperar, mantener o mejorar dichas propiedades, lo representa la incorporación de materiales orgánicos al suelo, los cuales favorecen de una u otra forma su productividad y fortalecen su resistencia a los diferentes procesos de degradación al mejorar sus propiedades intrínsecas.

Ramírez (2005), sostiene que en las últimas décadas se ha retomado el uso de las fuentes orgánicas, debido al incremento de los costos de los fertilizantes químicos y al desequilibrio ambiental que estos ocasionan en los suelos y a la necesidad de preservar la materia orgánica en los sistemas agrícolas que es un aspecto fundamental relacionado a la sostenibilidad y productividad de dichos sistemas.

Salmerón (2005), reportó que el uso de abonos químicos en la agricultura todavía sigue siendo alto, pero en los últimos años los abonos orgánicos han aumentado considerablemente a una tasa cercana al cinco por ciento. Citó Salmerón que, Gregorio Varela, docente investigador de la universidad Nacional Agraria (UNA); que al aumentar la agricultura orgánica con los abonos orgánicos se logran buenos rendimientos. El uso de este tipo de fertilizantes crece a una tasa anual de cinco por ciento. Citó Salmerón, Jennyn Legail, consultor en Agro biotecnología, la utilización de abono orgánico ha permitido

convertir muchos problemas en soluciones rentables. Por ejemplo, la pulpa de café que es el principal problema en los cafetales ya que sus desechos son tirados a los ríos, ahora sirve para fabricar abono que luego es esparcido por la misma plantación reduciendo los costos en la compra de abono. Además, los rendimientos puedan ser similares a las plantaciones donde se utilizan fertilizantes químicos.

Las enmiendas orgánicas son el resultado del procesamiento de materiales naturales como los ácidos húmicos y fúlvico que son sustancias que activan los microbios del suelo, mejoran la fertilidad y la disponibilidad de nutrientes para las plantas, aumentan la retención de la humedad y estimulan el desarrollo de la raíz.

Rodríguez y Lobo (1999) evaluaron, usando el cultivo de lechuga, los efectos de la remoción artificial del suelo y el uso de abonos orgánicos en su productividad. Los abonos fueron gallinaza, mezcla de pulpa de café y compost de champiñón. Estos materiales fueron capaces de recuperar la productividad del suelo luego de su erosión. La pulpa más compost mejoró significativamente la densidad aparente, macroporosidad y resistencia a la penetración. Con las mayores dosis de abonos aumentó el contenido en materia orgánica del suelo.

Ramírez (1995) sostuvo que el uso intensivo del recurso suelo, su utilización inadecuada, la contaminación de las aguas, y la aplicación indiscriminada de fertilizantes y agroquímicos genera desbalance en las propiedades químicas, físicas y biológicas de suelos y aguas.

La estrecha relación que existe entre el contenido de materia orgánica de un suelo y su fertilidad es un hecho ampliamente constatado y aceptado universalmente. La materia orgánica promueve la formación de agregados y mejora la estabilidad de los mismos, aumenta su porosidad y retención hídrica favoreciendo el intercambio gaseoso y la capacidad exploratoria del sistema radical de las plantas; constituye un importante reservorio químico, por lo que incrementa la capacidad de intercambio catiónico, manteniéndolos durante más tiempo a disposición de las plantas; constituye la mayor fuente natural de nitrógeno, contiene alrededor del 65% del fósforo del suelo y aporta una cantidad importante de azufre y otros elementos esenciales. Por otro lado, el carbón orgánico es usado por los microorganismos como la mayor fuente de energía para su actividad

metabólica. (Stevens 1982, Costa *et al* 1991, Casanova 1991), citados por Matheus (2001).

Vargas y Briceño (2003), también encontraron que la aplicación de materiales orgánicos al suelo produjo cambios significativos sobre las propiedades químicas estudiadas cuyos valores, a pesar de ser limitantes, son de importante consideración. Entre los abonos orgánicos utilizados.

2.- Abonos Orgánicos.

Para Gómez, (2000) un abono orgánico es un recurso capaz de proporcionar al suelo o las plantas cantidades notables de nutrientes esenciales, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio; una fortaleza de los abonos orgánicos es que además de materia orgánica y N, P, K tienen todos los elementos esenciales en niveles apropiados, lo que corrobora los resultados obtenidos de las pruebas de contenido de nutrientes.

Según Zérega, (1993) y Pérez, (1992) dentro de los abonos orgánicos más utilizados en la actualidad en las plantaciones de cafetos, se identifican el humus de lombriz, el bocashi, el compost, la pulpa de café entre otros, en los cuales la materia prima para su elaboración suele ser desechos del beneficio del café, estos transformados pueden ser una fuente importante de nutrientes para la agricultura orgánica.

Oirsa (2001), en el abonamiento orgánico, debido a la liberación lenta de los nutrientes, no se pueden imitar los fertilizantes químicos altos, pero sí aproximarse con muy buenos resultados económicos a las dosis bajas. El nitrógeno es el elemento más importante en el abonamiento del cafetal y el abonamiento orgánico se puede lograr con base en el aporte de los árboles de sombra.

La estabilización de la materia orgánica se consigue por la oxidación de las moléculas complejas que se transforman en otras más sencillas y estables. En este proceso se desarrolla calor que, al elevar la temperatura de la masa, produce la esterilización de ésta y la eliminación de agentes patógenos y semillas. La fermentación de la materia orgánica se degrada o descompone por parte y se reajusta o sintetiza nuevos productos.

El proceso lo llevan a cabo microorganismos (bacterias y hongos), y nuestra intervención se limita a proporcionar las condiciones idóneas para que el proceso se realice

con la máxima rapidez y eficacia. Los factores que dificultan la vida y desarrollo de los microorganismos son causa de entorpecimiento del proceso.

En la materia orgánica se encuentra el N en mayor cantidad, igualmente cantidades considerables de fósforo y micronutrientes como el boro, zinc, entre otros. La mineralización de la Materia Orgánica como residuos de cultivos, hojarasca, “mulch”, residuos de podas de café y de árboles asociados, estiércol y “compost”, puede contribuir en gran parte a la demanda de nutrientes del café Vaast y Snoeck (1999).

La descomposición eficiente ocurre cuando las variables (pH y contenido de nutrientes) están en su valor óptimo. Todas influenciadas por las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar, la técnica de compostaje, la manera en que se desarrolla la operación y la interacción entre ellas Emison (s/f).

Los principales parámetros son los siguientes: El pH que influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general, los hongos toleran un pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia; el contenido de nutrientes. Todos los organismos necesitan nutrientes para crecer y reproducirse. Las cantidades varían de elemento a elemento manteniendo una relación constante unos con respecto a otros. El mantenimiento de este balance es especialmente importante para el carbono y nitrógeno. Al inicio del proceso la relación C/N debe estar próxima a 30. Al finalizar el proceso debe estar próxima a 10. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica Emison (s/f).

Para conseguir un rápido compostaje es necesario un buen aporte de O₂. El oxígeno se requiere para que los microorganismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica. Debe ser suficiente para mantener la actividad microbiana. También existe la descomposición anaerobia, sin O₂. El proceso es más lento y da lugar a un producto de inferior calidad, además hay problemas de olores por la putrefacción de los restos orgánicos. La temperatura, es el parámetro que mejor indica el desarrollo del proceso. Debe mantenerse entre 35 - 65 °C. Cada grupo de microorganismos tiene una temperatura óptima para realizar su actividad: Criófilos, de 5 a 15 °C. Mesófilos, de 15 a 45 °C. o Termófilos, de 45 a 70 °C Emison (s/f).

El grupo favorecido descompondrá la materia orgánica para obtener materia y energía, y en la operación se emitirá calor que puede hacer variar la temperatura de la pila de residuos, dependiendo del volumen de la pila y de las condiciones ambientales.

En general, las temperaturas conseguidas en el proceso, junto con la competencia por los nutrientes y la producción de fermentos (antibióticos) que impiden su desarrollo, llegan a eliminar los microorganismos patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas llegados con los residuos. A temperaturas demasiado elevadas mueren determinadas especies buenas para el compostaje, mientras que otras no actúan por estar en forma de spora. Los valores de humedad para que pueda darse una fermentación aerobia están entre el 30% y el 70%, siempre que se asegure una buena aireación. En la práctica se deben evitar valores altos, pues desplazaría el aire de los espacios entre partículas del residuo y el proceso pasaría a anaerobio. Si la humedad es demasiado baja disminuirá la actividad de los microorganismos.

Para conseguir la humedad apropiada se pueden mezclar diferentes tipos de residuos y disgregar o desfibrar los materiales. La humedad adecuada es esencial para la actividad microbiológica. Una pila seca no favorecerá para nada la descomposición, por eso se debe humedecer periódicamente. Emison (s/f).

3.- Origen de los abonos orgánicos.

La agricultura orgánica en el mundo fue desarrollada por ensayo y error por los campesinos y empezó hace alrededor de 8000 años. Nuestros antepasados los usaban pues todavía no existían los fertilizantes químicos. Ellos aprendieron a usarlos a través de la observación, pues los técnicos sólo llegaban con el patrón de los ranchos o fincas y casi nunca con los campesinos de las comunidades. La ciencia y la tecnología se involucran tardíamente en la agricultura, a partir de mediados del siglo XIX. Los abonos orgánicos más conocidos eran: residuos de cosecha, estiércol de animales, abono natural, y ceniza. La aplicación de estos abonos orgánicos se reforzaba con la asociación e intercalación de cultivos, rotación de cultivos; con prácticas de labranza mínima, labranza y siembra en contorno, nivelar la tierra y construcción de terrazas.

Ahora, existen otros tipos de abonos orgánicos siendo los más conocidos: Compost, abonos verdes, lombricultura, biofertilizantes, y abonos líquidos. Chargert, R. (2009).

4.- Ventajas del uso de abonos orgánicos.

Montero, (2005) señaló que en las comunidades cafetaleras de Chile; hace unos 15 años, toda la pulpa de café se lanzaba a los ríos. El incremento de conciencia ambientalista de los productores, con el apoyo de un grupo de especialistas y productores organizados, provocaron un cambio a largo plazo en la manera de procesar y reciclar los desechos postcosecha.

Los abonos orgánicos tienen la prerrogativa que se realizan con diferentes materiales orgánicos, los cuales se pueden encontrar en las mismas fincas o comunidad.

1. Se aprovechan los materiales orgánicos de la comunidad,
2. No hay que comprar los materiales,
3. Dan trabajo a la comunidad,
4. Participa toda la familia,
5. Su manejo es sencillo,
6. Es fácil entender como se hace,
7. Se pueden intercambiar o vender,
8. No dañan la tierra y nuestra salud, y
9. Cambia la costumbre de usar fertilizante químico.

A estas ventajas de trabajar con abonos orgánicos, se le suman las ventajas de su efecto sobre la tierra, las cosechas y los alimentos:

1. Mantienen y crean la vida de microbios en la tierra,
2. Si la tierra es dura la hace más suave,
3. Si la tierra es arenosa la hace más firme,
4. Ayudan a retener el agua de lluvia,
5. Dan más tipos de nutrientes en un estado en que las raíces los pueden tomar,
6. Aumentan el grueso de los tallos y tamaño de los frutos,
7. Afirman los colores de tallos, hojas y frutos,

8. Aumentan las cosechas,
9. Los nutrientes permanecen por 2 ó 3 años en la parcela,
10. Aumentan y afirman el sabor y el olor de los frutos, y
11. Aumentan la cantidad y calidad de proteínas de los frutos.

El compost se usa especialmente para enriquecer el suelo y formar humus, se usa al momento de sembrar la planta. En el hoyo, se agrega una capa de abono orgánico, una capa de tierra y la planta. Durante todo el año, se agrega con frecuencia en el cafetal, para que su suelo reciba los nutrientes, tierra negra necesarios. Cada 6 meses, se nota la formación de humus y este tipo de suelo es totalmente diferente a los suelos de los cafetales manejados con químicos, dice Montero (2005). Cada productor tiene su propia técnica y usa los productos orgánicos de manera diferente. Es un intercambio de experiencia permanente, Montero manejó una parcela experimental, en donde aplicó, una parte con bocashi y la otra con lombricompost, con el fin evaluar los resultados de ambos abonos.

INIA-Táchira, (2009) impulsa el uso de abonos orgánicos. En el marco del Plan Nacional de Café, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Táchira, a través del Sistema de Innovación Campesina y Comunicación Rural (SICCR) realizó un conversatorio sobre la producción de abonos orgánicos, bocashi, dirigido a participantes del curso Café Agroecológico del INCEs. Su objeto fue contribuir con la disponibilidad de nutrientes orgánicos y disminuir la dependencia de fertilizantes químicos, como estrategia para apuntalar la agroecología como política de Estado. Estas alternativas mejorarán la calidad de vida de nuestra población, reduciendo el impacto ambiental negativo causado por el uso de productos químicos.

5.- Uso de los Abonos Orgánicos.

Los abonos orgánicos representan una valiosa alternativa para la elaboración de los huertos ecológicos. Al agregar superficialmente abono alternativo sobre el terreno, se conserva la estructura del suelo y se reconstituye la flora microbiana. Al agregar alimentos y materia orgánica al suelo, mejora la textura y aumenta su capacidad de retener aire y agua. Grandes cantidades de estos abonos alternativos se pueden aplicar al suelo en cualquier momento ya que no quema las raíces de la planta. Inforganic (2006).

Un substrato es un medio que sirve de soporte físico a la planta y además le proporciona nutrientes y agua para su desarrollo. Los abonos alternativos se pueden aplicar como substrato o enmienda para mejorar las cualidades de la tierra de las macetas o jardín. El grado de mecanización logrado en la agricultura y la modernización generalizada de las explotaciones ganaderas han provocado la desaparición de numerosas actividades que tradicionalmente se venían desarrollando en el campo, tales como trabajo con animales, pastoreo, labores culturales, barbechos, explotaciones ganaderas complementarias, etc., a partir de las cuales se reincorporaban importantes cantidades de materia orgánica al suelo. Inforganic (2006).

El empleo de semillas seleccionadas y el mejor conocimiento de técnicas de cultivo han permitido obtener mayores rendimientos en las cosechas. Este incremento de la producción exige una mayor demanda de abonos, con lo cual se va incrementando el grado de mineralización de los suelos que sufren una disminución de su contenido en materia orgánica y humus. Inforganic (2006).

Además, la quema de rastrojeras y residuos de cosechas son factores que inciden negativamente en el mantenimiento de la materia orgánica del suelo. La utilización de abonos alternativos, es una técnica que permite la reducción de los mismos y la obtención de un valioso producto. Actúan aportando nutrientes directamente asimilables por la planta y mejorando las condiciones del suelo, aportando humus y materia orgánica que será mineralizada. Inforganic (2006).

Se obtiene industrialmente por la transformación biológica de la materia orgánica que contienen los residuos. De esta transformación resulta una enmienda orgánica de

características importantes que sitúan a estos abonos alternativos, en un lugar destacado en la fertilización de todo tipo de terrenos agrícolas, tanto por la mejora del suelo como soporte fisicoquímico, como en relación con la capacidad de retención de agua y otras características que aumentan su fertilidad inicial. Inforganic (2006).

Los ácidos resultantes de los procesos de degradación de la materia orgánica disuelven parte de los productos minerales del suelo y los hacen aprovechables para la nutrición de las plantas. La acción microbiana favorece la desaparición del efecto residual de la aplicación de herbicidas y otros productos fitosanitarios. Inforganic (2006).

El nitrógeno contenido en estos abonos se encuentra en forma asimilable por las raíces, con la ventaja de ser retenido en el horizonte A - B (capa cultivable del suelo), evitando ser arrastrado por las aguas de lluvia o de riego a capas más profundas fuera del alcance del sistema radicular. La modificación que produce en la población microbiana del suelo la hace más apta para la asimilación del nitrógeno. Inforganic (2006).

El contenido en fósforo y potasio de los abonos orgánicos no suelen ser elevado, pero, la modificación de las características físico - químicas del terreno hace que se incremente el grado de disponibilidad de estos elementos para la planta. El abono incorpora al terreno micro elementos (cobre, magnesio, zinc, manganeso, hierro, boro, etc.) que son muy necesarios para la actividad y desarrollo vegetativo de las plantas. También reduce la necesidad de pesticidas químicos al producir plantas saludables que son menos susceptibles a plagas de insectos y enfermedades. También proporciona un saludable entorno biológico por el alimento que provee para microorganismos beneficiosos, gusanos e insectos de suelo.

El abono orgánico reduce la erosión y mejora la estructura del suelo: los suelos arenosos retendrán mejor el agua mientras que las arcillas desaguarán más rápido. El mejor drenaje permite al agua fluir a capas más profundas en vez de encharcar la superficie y correr por la línea de pendiente. También ayuda al crecimiento de raíces que retienen el suelo. Inforganic (2006).

5.1.- Humus de lombriz

En estudios recientes, Temuco (2008), destacó que el contenido de materia orgánica fue superior en humus de lombriz (76% promedio) comparado con los bocashi y el compost. Los resultados mostraron que las características físicas, químicas y biológicas y las enmiendas orgánicas evaluadas varían con las condiciones de manejo, tipo de material utilizado en su preparación, condiciones ambientales y procesos de elaboración.

Según IMDEL (2006), el humus se puede emplear en cualquier cultivo, como sustituto parcial o total de los fertilizantes químicos, por ser un estimulante del adecuado crecimiento de las raíces, especialmente de las raíces absorbentes, que son los encargados de absorber los nutrientes.

5.1.1.- Ventajas del lombricompost

- Se adapta a diferentes temperaturas, lo que permite desarrollar proyectos en cualquier parte de Venezuela y el mundo.
- Se reproducen muy rápidamente
- Pueden ser alimentadas con diferentes tipos de desechos orgánicos
- Tienen un promedio de vida de 16 años.

5.1.2.-La lombricultura como una alternativa productiva.

La lombricultura da solución a los problemas de contaminación y convierte al contaminante en un producto útil y comercializable.

La lombricultura es la crianza intensiva de lombrices que se alimentan de residuos orgánicos en descomposición, la digestión de estos residuos produce grandes cantidades de abono orgánico que son la base de la fertilidad del suelo.

La lombriz tiene una extraordinaria capacidad de reproducción que permite al criador recuperar en corto plazo el capital inicial invertido, se ha trabajado con ella en muchos países con excelentes resultados, la idea es aprovechar los desechos orgánicos agroindustriales y urbanos (estiércol, pulpa de café, cachaza, desechos de mercados, etc.) para producir un abono orgánico de alta calidad, se trata de reciclar residuos que al no ser

aprovechados se convierten en contaminantes y de convertir lo que se considera un desecho orgánico en dinero. Señaló en su experiencia Pérez y Martínez, (1998).

5.1.3.- Descripción e importancia.

La lombriz que se emplea (Roja californiana) transforma los residuos en muy corto tiempo y su reproducción constante permite tener excedentes de lombriz que también tienen un mercado a nivel nacional e internacional, señalan Pérez y Martínez, (1998).

Los suelos agrícolas y sus cultivos necesitan de este tipo de abonos ya que les proporciona materia orgánica que mejora la estructura del suelo, restituye la vida del suelo incrementando el número de microorganismos benéficos, es un producto que no altera el ecosistema, cosa que los abonos químicos no pueden hacer, usando lombricompost se obtienen plantas productivas, fuertes y sanas. Pérez y Martínez, (1998).

La lombricultura representa la alternativa más efectiva y rápida para el composteo de residuos orgánicos.

Los objetivos son la conversión de los residuos orgánicos en algo útil, esto es la producción de abono orgánico utilizando la lombricultura como una estrategia ecológica y económicamente viable a través de:

- Producir un compost (humus de lombriz) de alta calidad que no altere el ecosistema del suelo sino que lo favorezca
- Producir plantas sanas fuertes y de alto rendimiento
- Contribuir a reducir los índices de contaminación.
- Aprovechar los residuos orgánicos.
- Fomentar una cultura ecológica.
- Brindar alternativas de producción a bajo costo y con altos rendimientos.

El abono orgánico (lombricompost o humus de lombriz) y la lombriz, productos de este proceso, por sus características favorables pueden ser utilizados en el sector agrícola a diferentes niveles. El humus de lombriz puede ser vendido a los productores de hortalizas, frutales, flores, para la germinación de semillas entre otros usos. Pérez y Martínez, (1998).

5.1.4.- Impacto económico social.

Según, Pérez y Martínez, (1998). El impacto variará dependiendo del tamaño que sea la granja de lombricompostaje y de los residuos que se reciclen; si es establecida con un grupo de productores del medio rural, puede ser considerada como una alternativa económica y ecológica para producir un bioabono a bajo costo y alta calidad, que incremente la producción de sus cultivos a bajo costo y les permita competir, no solo en el mercado general de los productos del campo, sino en el mercado de los productos orgánicos que cada vez tiene mayor demanda .

Si se trabaja con residuos de un mercado o de una comunidad, su impacto se observa en el bienestar social, en la salud, y refleja una comunidad que se preocupa por su entorno. La lombricultura se debe considerar un importante agente reductor de contaminación que indudablemente llevará a un mejoramiento de la calidad de vida no solo del lugar donde se establezca sino a lo largo de los ríos y suelos que están siendo contaminados. Pérez y Martínez, (1998).

Uno de los principales problemas que tienen los criadores de animales estabulados, es la acumulación de estiércol de sus animales, el mal olor y la generación de fauna nociva que se suman al problema, en este caso la lombricultura representa una alternativa económica y adecuada para convertir todo tipo de estiércol en un abono orgánico que se puede comercializar. El lombricompost, tiene gran importancia como la base para producción de cultivos orgánicos y cultivos en general, es un excelente mejorador de suelos, no solo por sus características físicas, sino también por su aportación de materia orgánica, microorganismos y por su buena composición de los elementos principales, NPK, y elementos menores. Obteniendo como resultado; plantas más productivas, sanas y de calidad. Pérez y Martínez, (1998).

Existen productores que no tienen la capacidad económica para adquirir fertilizantes, al mismo tiempo desperdician los residuos de sus cosechas o el estiércol de sus animales, no teniendo el conocimiento que por medio de la lombricultura pueden producir un abono orgánico de excelente calidad. Pérez y Martínez, (1998).

5.1.5.- Elaboración de un lombricompost.

Los materiales necesarios son residuos orgánicos: Residuos de comida, cáscara de frutas, verduras, pulpa de café estiércol, servilletas, entre otros, menos plástico, latas y vidrio.

Material para la construcción puedes ser bloques, guafas, pipote cortado por la mitad, una caja de madera, material de fácil adquisición para el productor, terreno y agua; y por último, lombrices californianas.

Teniendo la comida para la lombriz y las condiciones adecuadas favorecen una rápida producción de lombriz y por lo tanto de abono. Pérez y Martínez, (1998).

5.2.- Bocashi

Salmerón (2005), destaca que el bocashi, es una receta japonesa que transforma residuos orgánicos a un material parcialmente descompuesto. Es similar al compost, pues se realiza en presencia del aire, pero la temperatura del montículo no debe alcanzar más de 45 a 50 centígrados.

Reporta Imdel (2006), que la estabilización de la materia orgánica se consigue por la oxidación de las moléculas complejas que se transforman en otras más sencillas y estables. En este proceso se desarrolla calor que, al elevar la temperatura de la masa, produce la esterilización de ésta y la eliminación de agentes patógenos y semillas. La fermentación de la materia orgánica compost o bocashi, de una parte, degradación o descomposición y, de otra, reajuste o síntesis de nuevos productos.

5.2.1.- Contenido de minerales en el bocashi.

El proceso lo llevan a cabo los microorganismos (bacterias y hongos), que proporcionándoles las condiciones idóneas para la realización del proceso se efectuará con la máxima rapidez y eficacia. Los factores que dificultan la vida y desarrollo de los microorganismos son causa de entorpecimiento del proceso.

Por cada kilo de bocashi, tenemos:

10 g de nitrógeno; 3 g de fósforo; 6 g de potasio; 16 g de calcio; 3 g de magnesio; 7.4 % de materia orgánica. Imdel (2006).

5.2.2.- Ventajas del bocashi.

- Estimula el crecimiento de la planta
- Reproduce gran cantidad de microorganismos benéficos
- Requiere de una infraestructura sencilla en la finca
- Utiliza materia prima de fácil obtención o que pueden producirse en la finca.
- Permite modificaciones en su fórmula
- No se forman gases tóxicos, ni surgen malos olores
- Se desactivan agentes patógenos muchos de los cuales son perjudiciales a los cultivos
- El proceso es rápido entre 6 y 7 días
- Presenta una buena fertilidad
- Su uso es seguro
- Es de fácil manejo y liviano

5.2.3.- Elaboración del bocashi

Los materiales para transformar en bocashi pueden ser variados: La clave está, en la mezcla de los distintos residuos orgánicos y su grado de trituración son variables del máximo interés. Un buen progreso del proceso requiere la aportación de aire y el mantenimiento de una porosidad y humedad adecuada en la masa. Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico de transformación.

Para 250 kg de abono se necesita; 2 sacos de tierra; 1 saco de carbón molido o ceniza; 1 saco de estiércol seco; un saco de pulpa de café; 2 litros de melaza y un plástico negro.

La mezcla de los distintos residuos orgánicos y su grado de trituración son variables del máximo interés. Un buen progreso del proceso requiere la aportación de aire y el

mantenimiento de una porosidad y humedad adecuada en la masa. Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico de transformación.

El procedimiento es muy sencillo, se forma un montículo con todos los materiales realizando una mezcla homogénea, se le agrega agua, y se va realizando la prueba del puño, El primer día la preparación, debe dejarse en forma de cono y cubierto, pendiente del agua, sol, algunos animales, y mezclar dos veces al día hasta completar el cuarto día, los últimos tres días se mezcla solo una vez, se puede observar como va disminuyendo la temperatura, al séptimo día debe estar listo para su utilización como abono orgánico: Se puede almacenar por tres meses. Imdel (2006).

5.3.- Compost.

Según Verdecountry (2006), El compost también lo llaman aboneras, y los dos nombres son correctos; sólo que compost viene del inglés, que significa compuesto, y se refiere al efecto de estercolar, abonar la tierra o engrasar la tierra; abonera, viene del español y se refiere al cajón donde están los materiales orgánicos o al producto final.

5.3.1.- Origen del compost.

Puede definirse al compost como el producto que se obtiene al someter la materia orgánica a un proceso de fermentación aeróbica que la transforma en una mezcla estable, lo más homogénea posible y que guarde una relación entre sus componentes que le confieran un buen valor agronómico. El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como fertilizante. Emison. (s/f).

En sus orígenes, consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, los excrementos de animales y personas y los residuos de las cosechas para que se descompusieran y transformasen en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono.

Era un proceso lento, no siempre se conservaban al máximo los nutrientes y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla. El compostaje que se practica en la actualidad

es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valorizable.

La conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite obtener un fertilizante de manera racional, económica y seguro, a partir de diferentes residuos orgánicos y conservar y aprovechar los nutrientes presentes en estos residuos. . Emison. (s/f).

5.3.2.- Elaboración del Compost.

Se realiza un hoyo, que para 1000 kg debe tener; 1 m de ancho; 3 m de largo y un metro de profundidad. Se empieza por agregar 15 cm de pulpa de café; 2da. capa 5 cm de ceniza; 3ra. capa 10 cm de estiércol; 4ta capa 10 cm de tierra; 5ta capa 15 cm de pulpa de café; 6ta capa 2 cm de cal y/o ceniza; 7ma capa 10 cm de estiércol por último 10 cm de tierra; se humedece se tapa, puede ser con hojas de cambur, se coloca un respiradero, semanalmente se verifica la humedad y se voltea una vez por mes. A los 6 a 8 meses debe estar listo para ser utilizado en la plantación. Imdel (2006).

5.4.- Pulpa de café

García (1988), señaló los efectos ecológicos que generan los residuales sólidos del beneficio de café a partir de la producción de abono orgánico. Los beneficios ecológicos (de bajo consumo de agua por tonelada de café procesado), producen una pulpa relativamente seca que puede ser transportada por ventiladores (sopladores) y para la cual es práctico el procesamiento por compostaje.

Según, Quintero y Ataroff (1998). El nitrógeno y potasio se encuentra en los frutos del cafeto, los cuales se eliminan del sistema productivo con la cosecha; desaprovechándose, así los nutrimentos presentes en ellos Aranguren *et al.*, (1982).

5.4.1.- Ventaja de la pulpa del café

La principal ventaja radica, que es un producto usado como materia prima en la mayoría de los abonos alternativos aplicados en el ensayo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS.

Área de Estudio.

El ensayo se desarrolló en la unidad de producción, denominada finca Angelly, ubicada en el municipio Juan Vicente Campo Elías del Estado Trujillo; sector Las Lajas de la parroquia Campo Elías. Con una superficie de 2 ha, a una altura de 1200 m.s.n.m. a 3 km aproximadamente de la plaza Bolívar de Campo Elías. Geográficamente localizada entre las coordenadas $11^{\circ} 00' 00''$ y $11^{\circ} 76' 78''$ de latitud Norte y $71^{\circ} 22' 22''$ y $71^{\circ} 43' 54''$ de longitud Oeste. Ver (Figura 1). Ubicación del área de estudio en la finca.

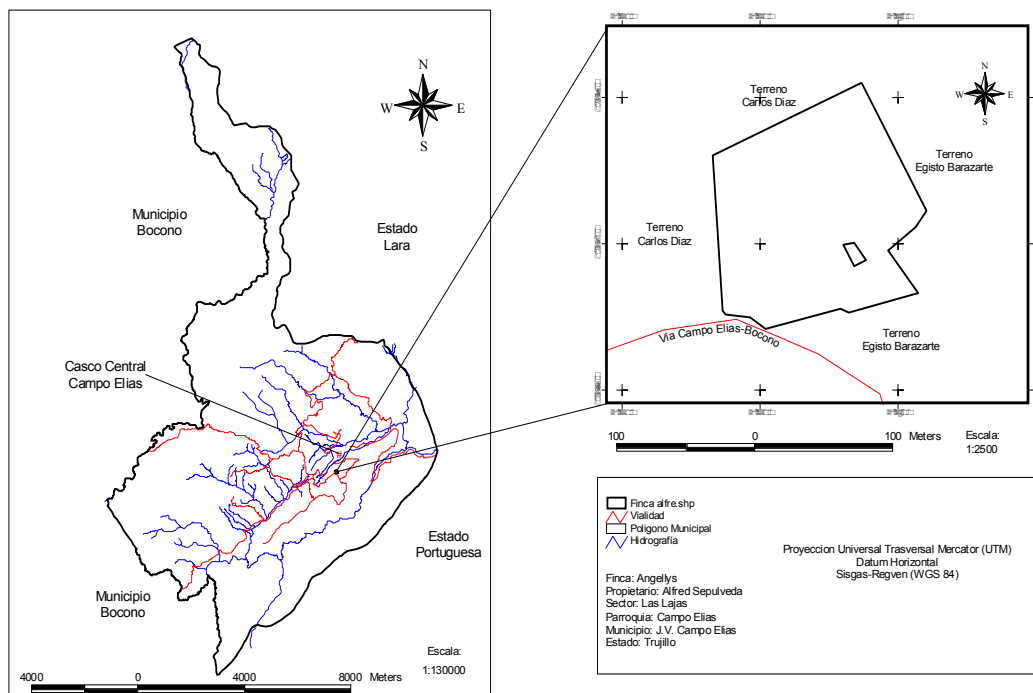


Figura 1. Ubicación del área de estudio en la finca.

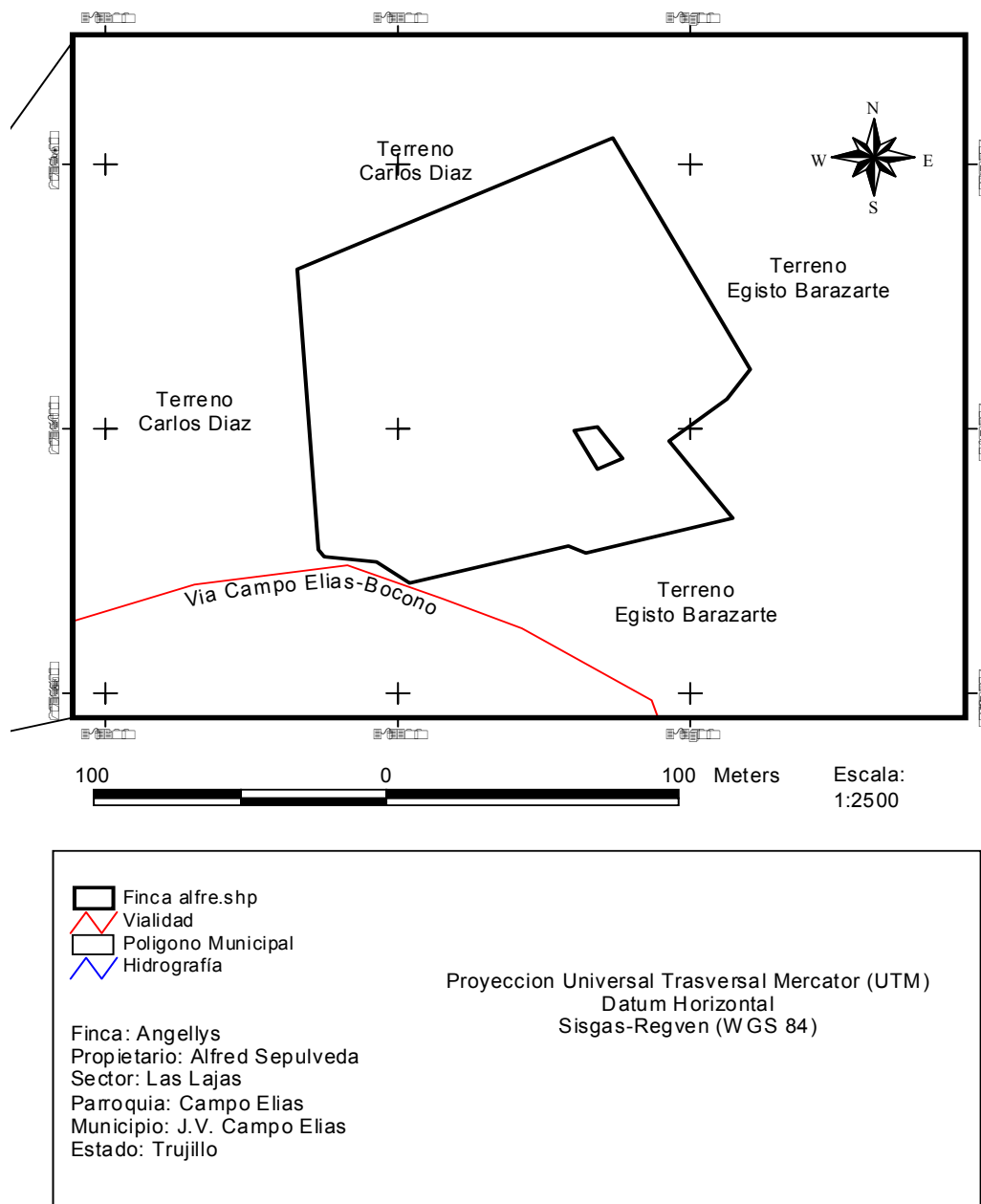


Figura 2. Plano de la finca.

Los suelos presentan un pH ácido, perteneciente al orden de los Ultisoles, con vegetación natural, e intervenidos anualmente con cultivo de café. El municipio, según clasificación por bioclima corresponde a Bosque muy húmedo Premontano (Bmh-Pm) y Bosque húmedo montano bajo (Bmh-Mb). Según estudios realizados por Fudeco año 1.975, sobre la cuenca del río Guanare, del municipio Juan Vicente Campo Elías. Presenta un paisaje típico montañas altas que van desde quebradas a abruptas, cortadas por profundos cañones, existen así mismo terrazas entre las que se destaca aquella donde está ubicada la capital del municipio. En términos generales las laderas son pronunciadas y muy disertadas con crestas agudas y pendientes superiores al 40% con mediano a alto riesgo sísmico, pues gran parte de estas áreas es limitada por la falla de Boconó. El drenaje va desde bien drenado hasta excesivamente drenado.

La precipitación media anual es de 2.698 mm, distribuida en una curva unimodal con pico que comienza en abril y termina en noviembre, y mínimas desde diciembre hasta febrero, con 9 (nueve) meses húmedos y tres (3) meses secos. Sin embargo la precipitación fluctúa entre 2.300 y 2.800 mm anual.

La temperatura media anual en el municipio es de 20°C., con una máxima media de 26°C y una mínima media de 12°C. Los valores promedios de evaporación anual varían entre 1.200 y 1.600 mm. La Humedad Relativa Varía entre 75 y 80%. Los vientos son de moderados a suaves con velocidad promedio de 15 Km/hora. Fudeco (1975).

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE CAMPO.

Determinación del área experimental. Caracterización.

El área de ensayo en la finca Angelly, se seleccionó luego de verificar las siguientes condiciones:

- ❖ La finca debe estar en producción
- ❖ No debe haber sido fertilizada por lo menos en los últimos tres (3) años.
- ❖ Área lo más homogénea posible
- ❖ La plantación debe estar perpendicular a la pendiente
- ❖ Edad de la plantación de café no mayor a 15 años.
- ❖ Altura de la finca no mayor a 1200 msnm
- ❖ Pendiente mas o menos homogénea
- ❖ Café bajo sombra
- ❖ Productor responsable

El procedimiento a seguir para la selección del área consistió en la visita a veinte (20) fincas cafetaleras en todo el municipio entre los meses de junio y julio del 2.005, donde la mayoría fueron descartadas por no cumplir con las condiciones anteriormente señaladas. En Septiembre del mismo año, se seleccionó la finca Angelly, la cual si cumplió con los requisitos de selección. En un tiempo perentorio se enmarcó el área de estudio; se determinaron los tratamientos a aplicar y se tomaron muestras compuestas de suelo entre 0 y 20 centímetros de profundidad, para determinar la fertilidad del mismo, las cuales se analizaron en el Laboratorio de Análisis y Procesamiento de Suelos de la UNELLEZ – Guanare. Utilizando los métodos los siguientes:

- Materia Orgánica: Walkey-Black
- pH
- Conductividad Eléctrica: Potenciómetro
- Fósforo: Bray
- Potasio, Acetato de Amonio-fotometría de llama:
- Calcio y Magnesio: Espectro fotométrica de absorción atómica.

- Aluminio intercambiable: KCL 1N
- Textura Bouyoucos.

Cultivo.

Se escogió como cultivo el café (*Coffea arábica*), variedad Catuai amarillo, por ser de mayor importancia económica en el municipio, y por tener mayor tradición, sin embargo a pesar de que existen todas las condiciones agroclimáticas óptimas para la producción, los rendimientos son muy bajos 5 qq/ha, muy probablemente debido al bajo nivel tecnológico empleado por el productor.

Figura 3. Descripción de tratamientos delimitados en campo.

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo
T2	Fertilización Tradicional
T3	Compost + fosforita + cal agrícola
T4	Fosforita + cal agrícola
T5	Humus de lombriz
T6	Bocashi + fosforita + cal agrícola
T7	Bocashi
T8	Compost

Establecimiento de la unidad experimental.

En un diseño de bloques al azar; se establecieron ocho (8), tratamientos con tres repeticiones, cada parcela con ocho (8) plantas de las cuales, seis (6) son efectiva y el resto corresponden a la bordura. Las dosis aplicada en los tratamientos donde se usó compost, fosforita, cal agrícola, humus de lombriz, bocashi , por dosis fue de doscientos cincuenta gramos de cada producto comportado (250 g/p); y en el tratamiento donde se aplicó fertilización química; la dosis se calculó según lo requerimientos indicados en el análisis de suelo.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis de suelos, se procedió al cálculo de las enmiendas para realizar las aplicaciones precisas de los tratamientos; iniciándose con los tratamientos 3, 4 y 6 que contemplan la aplicación de cal agrícola.

Caracterización del material experimental.

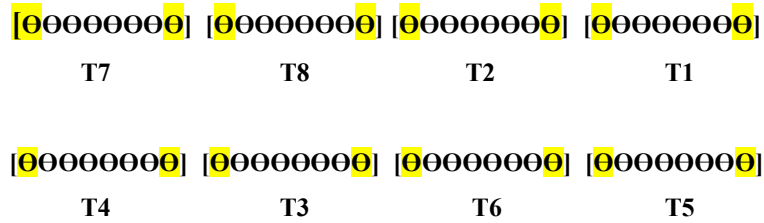
El compost utilizado en el ensayo, fue elaborado por el dueño de la finca, en el cual mezcló todos los materiales en una fosa; tapados con un plástico negro por un lapso de seis meses. El bocashi fue elaborado por la tesista con la ayuda de productores de la zona. La fosforita, la cal agrícola, y el humus de lombriz fueron adquiridos por la tesista.

Disposición de los tratamientos en campo.

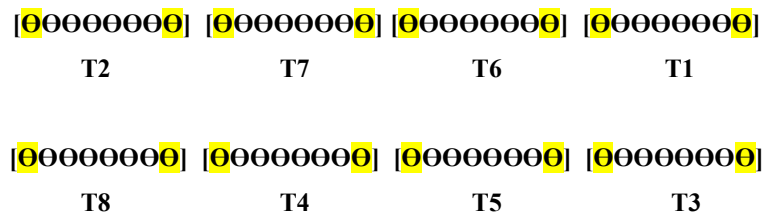
Dispuestos los tratamientos en campos se procedió al cálculo de las enmiendas para realizar las aplicaciones precisas; los tratamientos 3, 4 y 6 contemplaron la aplicación de cal agrícola, actividad realizada el día 18 de febrero de 2.006; aproximadamente un mes después, como lo recomienda la literatura; los días 10 y 11 de marzo del mismo año se completo la aplicación de los tratamientos antes señalados; conjuntamente con la aplicación de los T5, T7 y T8; finalizando con la aplicación del T2 que consistió en la incorporación de productos químicos, el día 04 de abril; transcurridos seis meses, se tomaron las muestras de suelo y foliar por tratamiento en las tres repeticiones, para luego evaluar los efectos de la incorporación de los productos orgánicos aplicados y el químico en el cultivo de café.

**DISEÑO EN CAMPO DE LA UBICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS
ENSAYO DE INVESTIGACIÓN**

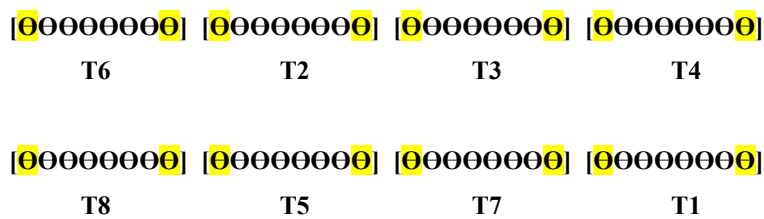
REPETICIÓN N° 1



REPETICIÓN N°2



REPETICIÓN N°3



Θ = Plantas de bordura y orilla

Θ = Plantas efectivas por tratamiento

T = Tratamientos.

Figura N° 4. Diseño en campo de la ubicación de los tratamientos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los suelos de la unidad experimental.

En la Tabla 1 se observan los resultados de análisis de suelo de la unidad experimental antes del ensayo.

Tabla 1
Caracterización inicial del suelo.

PARAMETRO	VALOR
Profundidad	0-20 cm
pH (Rel 1:2)	4,1
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,06
Materia Orgánica(%)	3,17
Fósforo (ppm)	4
Potasio (ppm)	30
Calcio (ppm)	200
Magnesio (ppm)	28
Al intercambiable (cmol ₍₊₎ /kg)	2,8
Textura	FA

Fuente: Laboratorio Unellez-Guanare.

El análisis de suelo de una muestra compuesta tomada en el sitio del ensayo, previa a la aplicación de los tratamientos, permite observar que se trata de un suelo extremadamente ácido, con un contenido medio de materia orgánica para una textura Franco Arcillosa, con muy bajos valores de fósforo, potasio, calcio y magnesio disponibles; y un contenido alto de aluminio intercambiable lo que nos indica que se trata de un suelo de baja fertilidad Onatural. Estos valores de materia orgánica, fósforo, potasio, calcio y magnesio, se reflejarán en la suplencia de nutrimentos a las plantas de café.

Tabla 2

Análisis de la varianza para las variables analizadas en el suelo.

En los primeros 20 cm de profundidad.

F de V.	Valor de F y significación							
	P (ppm)	Al interc (cmol (- +) / kg	CE (dS/m)	Ca (ppm)	K (ppm)	M0 (%)	Mg (ppm)	pH
Bloque	-	-	-	-	-	-	-	-
Trat.	0.62	1.00	2.52	1.46	0.93	1.30	2.03	1.79
Signific.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV%	48*	56*	66*	58*	60*	9	73*	11

Fuente: Cálculos propios.

Se observa que no hubo diferencia significativa entre tratamientos para ninguna de las variables evaluadas. Dado que se encontraron valores muy altos del coeficiente de variación, se procedió a realizar una prueba equivalente no paramétrica de Freedman; cuyos resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Prueba de Freedman

Valor de F y significación								
Tratamiento	P (ppm)	Al interc (cmol (+) / kg	CE (dS/m)	Ca (ppm)	K (ppm)	M0 (%)	Mg (ppm)	pH
X²C	6.38	8.07	13.3	7.4	5.6	1.30	13.9	10.8
Signific.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Fuente: Cálculos propios

Se observa que en ninguna de las variables analizadas, existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 4

Valores promedios de los resultados de los Análisis de Suelo por Tratamiento.

En los primeros 20 cm de profundidad.

Trat.	pH	CE (dS/m)	M0 (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Al interc (cmol (+))/kg
1	5.3	0.07	3.7	13.7	46.6	825	85.3	1.0
2	4.7	0.06	3.4	12.0	48.3	633.3	51.6	1.6
3	5.4	0.08	3.9	12.3	87.6	1034	97.0	1.0
4	5.9	0.22	4.0	14.3	60.0	1858	208.3	1.0
5	4.8	0.06	4.0	15.0	65.0	715	101.0	1.6
6	4.8	0.06	4.2	8.3	51.6	693.3	68.6	2.0
7	5.7	0.20	4.0	17.3	70.0	1258	283.3	1.0
8	5.1	0.09	3.6	10.3	112.6	1000	187.6	1.0

Fuente: Cálculos propios

Aunque no hubo diferencia significativa entre los tratamientos para las variables estudiadas, se puede observar en la Tabla 4, que hubo variación en los contenidos de todos los parámetros evaluados. López - Martínez *et al*, (2002) señalaron que no hubo cambios significativos en los valores de pH, CE, Ca, Mg, Na y K e indicaron que el efecto de los abonos orgánicos fue sobre el aumento de M.O, N y P. Las características físicas, químicas y biológicas del suelo son heterogéneas, aún en cortas distancias, debido al efecto de la acción e interacción de los factores y procesos de formación del medio edáfico, señalo Jaramillo (2002), al evaluar las características químicas de los suelos de la zona cafetera Colombiana por la diversidad de materiales de origen, las características del suelo varían, coincidiendo con lo señalado por Grisales (1977). Díaz (1993) demostró que la crotalaria surte un efecto benéfico sobre la estructura del suelo, quizás por la formación

de agregados más estables debido a un mayor contenido de materia orgánica de los residuos vegetales. Guerrero (1988) y Havlin (1999) evaluaron la capacidad de un suelo para suministrar los nutrimentos que las plantas requieren para su normal crecimiento y desarrollo e igualmente puntualizó Sadeghian *et al.* (2006) que se encontró efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción a partir de la segunda cosecha, resultando mayor la magnitud de la respuesta cuando el contenido de materia orgánica era menor. El efecto de potasio solo se manifestó después de 4 años en una de las fincas que tenía deficiencias en este nutriente, mientras que los demás elementos no afectaron la producción.

Tabla 5

Valores promedios de resultados del Análisis Foliar por Tratamiento.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
1	2.27	0.14	0.85	0.66	0.66	0.18	42.66	46.3	17.33	21.33
2	2.39	0.1	0.8	0.72	0.39	0.21	51	42.66	16.33	13.66
3	2.38	0.13	0.84	1.06	0.64	0.18	123	61.66	27.66	18.33
4	2.33	0.13	0.76	0.90	0.46	0.19	205.3	89.33	21	26
5	2.29	0.16	0.74	0.93	0.55	0.19	108.3	55.33	17.33	14.66
6	2.32	0.10	0.61	1.03	0.56	0.16	85.33	90	28.33	15.66
7	2.36	0.13	0.93	0.9	0.52	0.19	182.3	86	21.66	21.33
8	2.29	0.16	0.96	0.74	0.42	0.14	93.33	83.33	19.33	16.66

Fuente: Cálculos propios

Aunque no hubo diferencia significativa entre los tratamientos para las variables estudiadas, se puede observar en la Tabla 5, al igual a lo reflejado en la tabla anterior; que en términos generales se destacaron los tratamientos donde se incorporó al suelo materia orgánica compostada: humus de lombriz, compost y bocashi.

GRAFICOS Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS EN EL SUSTRATO.

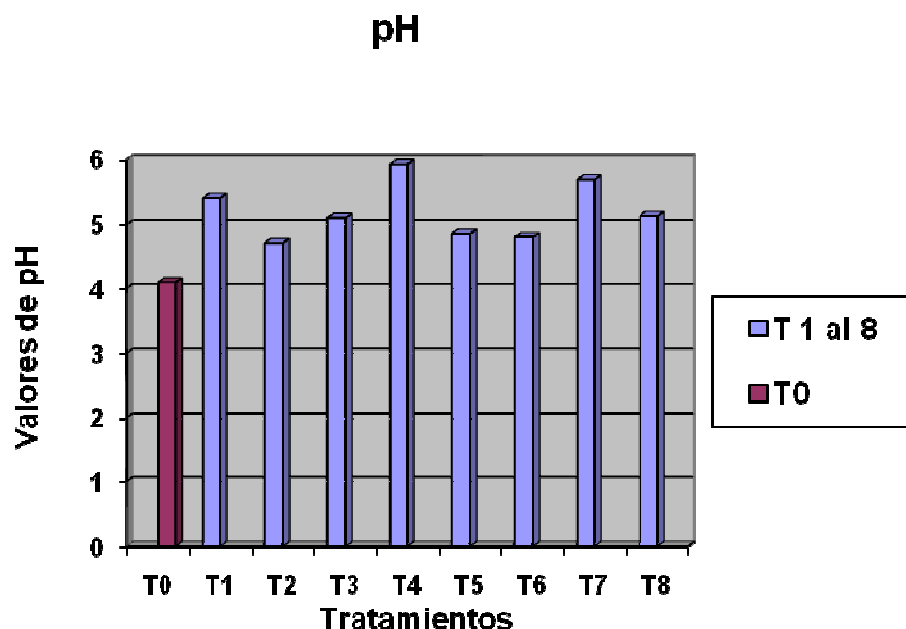


Figura 5. Comportamiento del pH en los suelos tratados.

La figura 5, muestra los valores promedios del pH alcanzado para los diferentes tratamientos aplicados al suelo y su comparación con el valor de pH del suelo previo a la instalación del ensayo (T0). Con los tratamientos T4 y T7, se obtuvieron los mayores incrementos en el pH, en el T4 se incorporó fosforita y cal agrícola, situación esperada en estos suelos ácido debido a las reacciones que ambos productos tienen en el suelo y que incide en el incremento de esta variable. En T5 junto con T2, se obtuvieron los mas bajos valores de pH; situación que coincide con lo señalado por Ochoa (1995), en donde contactó que el efecto del humus de lombriz, tiene un pH entre 7 y 7.5 lo cual lo hace neutro, y al aplicarlo al suelo se esperaría incrementos de pH en la solución del suelo tal como se dio, aunque no se obtuvieron los mejores resultados con el humus. Uno de los efectos de la fertilización tradicional es la de incrementar la acidez de los suelo. Los tratamientos con compost tuvieron unos valores similares. El valor promedio del T1 fue de

5,3 por encima del encontrado en el suelo previa a la aplicación de los tratamientos, probablemente se deba a que por razones del diseño experimental usado en todas las repeticiones y por efectos de la azar este quedó ubicado en una franja de suelo con un pH promedio 5,34. En general, se observa que en todos los tratamientos los pH alcanzados fueron superiores al pH inicial de suelo; Esto coincide con la respuesta obtenida por Vargas y Briceño (2003), quienes utilizaron desechos agrícolas biodegradados incrementaron el pH del suelo evaluado y en comparación con la aplicación del uso de fertilizante químico y el pH original del suelo bajo estudio. Vargas y Briceño (2003), citando a Rivero 1999, Casanova 1991, FAO 1977, señalaron que este incremento en el pH se explica por el efecto regulador de los componentes orgánicos de los iones del suelo. Cabrera, (1999), señaló que en el caso de los cafetales el pH óptimo debe estar entre los valores ligeramente ácidos entre 5,5 y 6. Hue *et al* (2001), han reportado daños en las raíces del café cuando son cultivados en suelos muy ácidos. Matheus (2001), encontró que el uso de biofertilizantes incrementó los valores de pH del suelo por encima de los tratamientos donde se aplicó el fertilizante químico; destacó además, la importancia del alto contenido de calcio que en gran medida es responsable de neutralizar la acidez del suelo e incrementar el pH (ICIDCA 1986, Silva 1996, Zérega 1996), lo que coincide con los resultados del presente estudio.

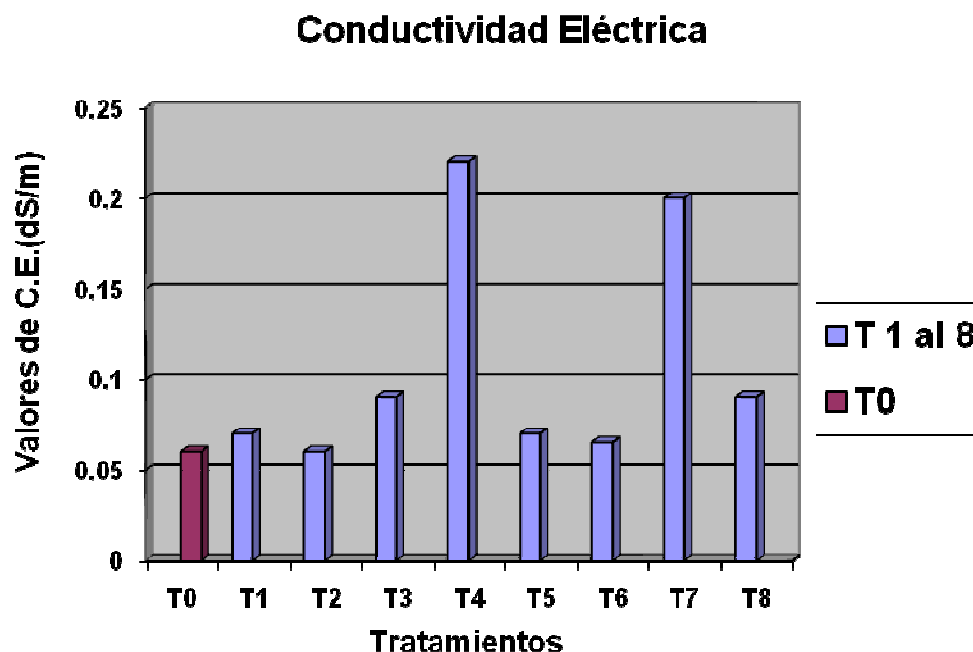


Figura 6. Comportamiento de la Conductividad Eléctrica en los suelos tratados.

Los resultados de la Conductividad Eléctrica (CE), indican el contenido de sales solubles presentes en el suelo que influyen en el crecimiento de las plantas (Cabrera, 1999); (Acevedo 2000). Los abonos alternativos con bajos contenidos de sales solubles, son los más recomendados (Verdonck, 1998). La Figura 6 muestra que en la mayoría de los tratamientos los valores de Conductividad Eléctrica son bajos; lo cual es favorable; observándose un pico en el tratamiento cuatro probablemente por la reacción de la fósforita y la cal aplicada, sin embargo esos valores ligeramente superan a los 0,2 dS/m, el cual es considerado no dañino para las plantas (González, 2005).

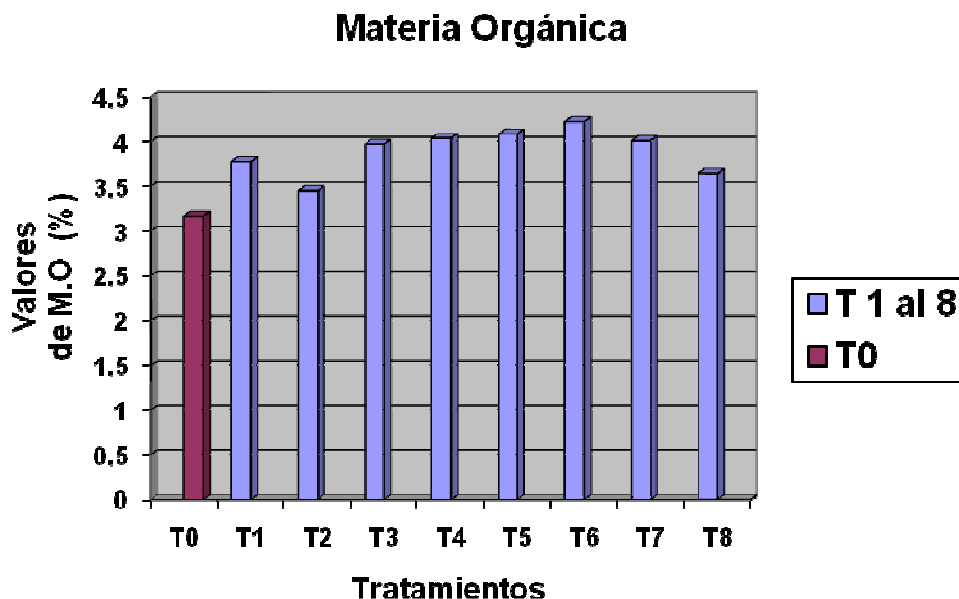


Figura 7. Comportamiento de la Materia Orgánica en los suelos tratados.

La revista edafología, (2004) señala que la materia orgánica tiene una gran importancia en la génesis y fertilidad del suelo, reacciona con la solución del suelo y con las raíces, es buena reserva de nutrientes tiene implicaciones en la descomposición de los minerales; factores interesantes en el ensayo si analizamos la Figura 6, los tratamientos T6, T5, T7, T3 y T4 presentan los mas altos valores de contenido de materia orgánica. En el T6 se alcanzó un valor de 4,2 % de M.O. que comparado con el T0 de 3,17 % significa un incremento importante en el contenido de materia orgánica en el suelo; los tratamientos restantes mencionados alcanzaron valores alrededor de 4 %. La aplicación del compost (T8), arrojó un valor inferior a los otros tratamientos que contenían productos orgánicos esto probablemente se deba a que el proceso de mineralización de la materia orgánico del compost no había finalizado. La materia orgánica se considere no solo un constituyente del suelo, sino un importante indicador de su calidad asegura Duggan, (2006). Farfán, y Mestre, (2004) en un trabajo de investigación demostraron que el café no responde a la aplicación de dosis bajas o altas de fertilización tradicional con sombrero. Cardona y Sadeghian (2005), confirmaron que el contenido de materia orgánica fue mayor en los suelos de cafetales bajo sombra en siete unidades de suelo. En este caso, el establecimiento

de árboles de sombrero se realizó con el fin de mejorar las condiciones del terreno y propiciar un ambiente más favorable para el crecimiento de las plantas. Salamanca y Sadegghian (2005), demostraron en suelos cafeteros que a medida que aumenta la materia orgánica y el espacio poroso, disminuye la densidad aparente, la menor densidad aparente encontrada en el ensayo, se debió a la presencia de una capa superficial orgánica de aproximadamente 20 cm de espesor, permite afirmar que el aporte continuo de residuos orgánicos a través del tiempo, reduce la densidad aparente. Mtambanengwe *et al.* (2004) aseguran que los contenidos de materia orgánica en suelos de diferentes texturas están asociados con la accesibilidad de los microorganismos que participan en su mineralización, mejorando la fertilidad del suelo, la distribución del tamaño de poros y la continuidad de los mismos, el área a ser explorada por las raíces y por tanto el crecimiento de las plantas.

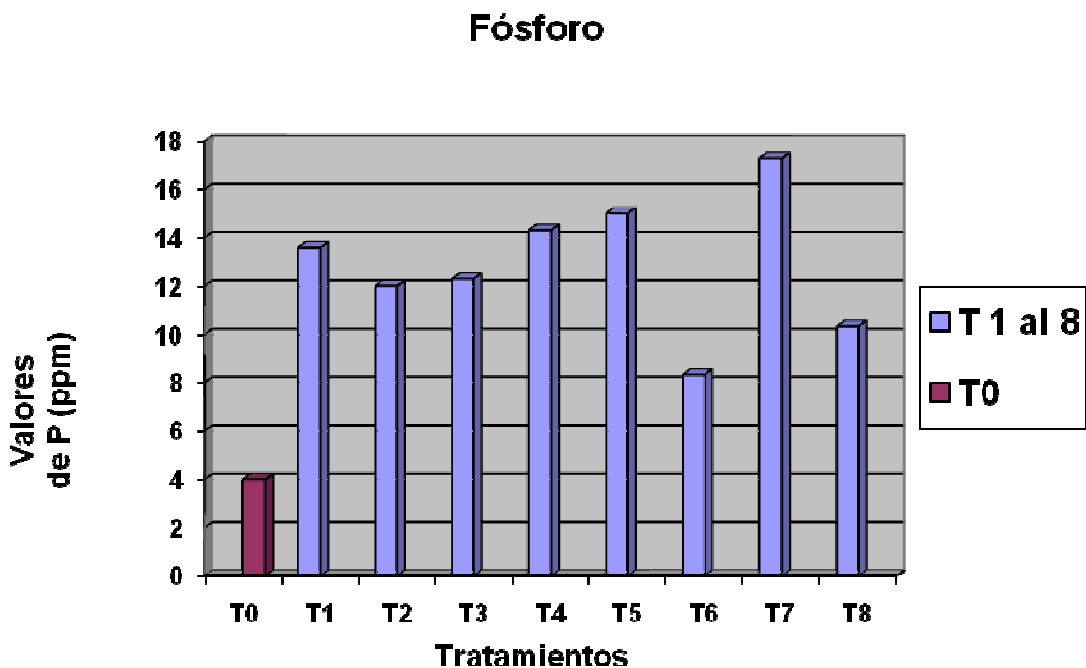


Figura 8. Comportamiento del fósforo en los suelos tratados.

En la Figura 8, se observa que los tratamientos T7 (bocashi) y T5 (Humus de lombriz) alcanzaron los valores más altos de fósforo en el suelo, esto probablemente se debe al efecto de los ácidos orgánicos sobre la solubilización del fósforo nativo del suelo (González, 2006). El T4 obtuvo un incremento importante en el contenido de fósforo, esto probablemente se debe a la incorporación de la fosforita; Vargas y Briceño (2003), indicaron que el contenido de fósforo disponible se incrementó como respuesta a la aplicación de biofertilizantes en comparación al tratamiento químico. Efectos similares se corresponden con los señalados por Matheus (2001), Jiménez (1998), quienes indicaron que la solubilidad del fósforo aumenta con las aplicaciones de estiércol (debido al alto contenido de este elemento en los materiales aplicados), al incremento de pH y al efecto reductor en la fijación de fósforo, ya que los radicales húmicos desplazan a este elemento en los sitios de adsorción (Rivero y Paolini 1995, Casanova 1991, Pérez 1982). La descomposición de la materia orgánica cataliza los procesos de solubilización del fósforo y mejora su disponibilidad (Rivero 1996).

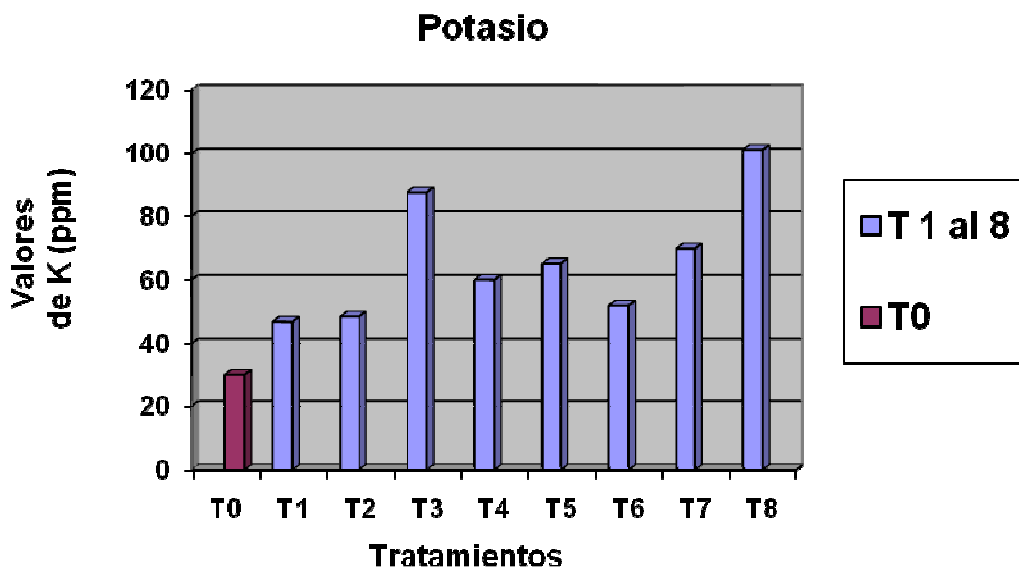


Figura 9. Comportamiento del Potasio en los suelos tratados.

Espinosa (2006) en investigación realizada señala que los requerimientos de potasio varían de acuerdo al tipo de suelo, a las condiciones de manejo del cultivo, al tipo de abono aplicado y su interacción y el manejo de residuos de cosecha; situación que coincide al analizar la Figura 9. Los Tratamientos T8 (compost) y T3 (compost + fosforita + cal agrícola), fueron los que alcanzaron los valores mas altos de potasio en el suelo, probablemente al aporte de la ceniza utilizada en la preparación del compost, valor que podría esperarse. Espinosa (2006) en la investigación, apunta una referencia de (Uribe y Cox, 1990) que citan, el crecimiento del cultivo será normal si el contenido de potasio en la solución del suelo se mantiene en niveles críticos. El potasio es uno de los tres nutrientes minerales que necesitan las plantas en mayor cantidad. Las plantas absorben el potasio que se encuentra en la solución del suelo en forma del catión K^+ . La cantidad de K en la solución del suelo esta en función de la liberación del potasio intercambiable. Los cultivos extraen grandes cantidades de potasio del suelo para su crecimiento y desarrollo y como es de esperarse, la falta de éste elemento, influye negativamente en el rendimiento y calidad del cultivo. Además, la deficiencia de potasio aumenta la vulnerabilidad del cultivo a enfermedades y lo hace menos resistente a condiciones de "stress".

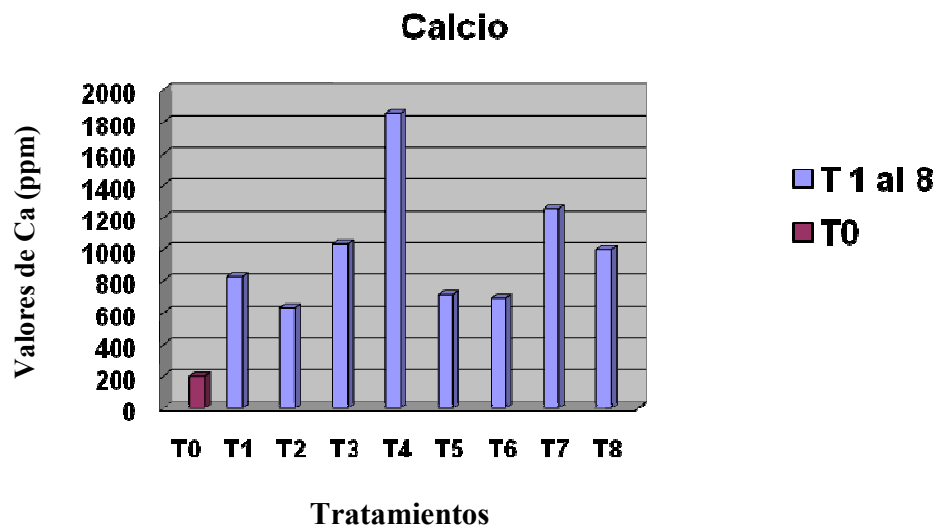


Figura 10. Comportamiento del calcio en los suelos tratados.

En la Figura 10, se visualiza que el T4 (fosforita + cal agrícola), fue el que alcanzó el valor más alto de calcio en el suelo, seguido por el T7 y el T3, valores esperados por el contenido de cal incorporado en estos tratamientos. Cabalceta, (1992) en un estudio realizado en un suelo cafetalero en donde analizó la corrección de los desequilibrios catiónicos de calcio, magnesio y potasio, confirma que el calcio y el magnesio tienden a disminuir, cuando se aumenta la dosis de k. coincidiendo de esta manera con los resultados obtenidos en el ensayo, es decir, existe un antagonismo entre estos elementos en la solución del suelo. Para el T7, los altos niveles obtenidos probablemente se deban a que las bases cambiables son componentes importantes de los productos orgánicos, tal como es referido por Rivero y Paulini (1995), Gutiérrez (1997) y Jiménez (1998), citados por Matheus (2001).

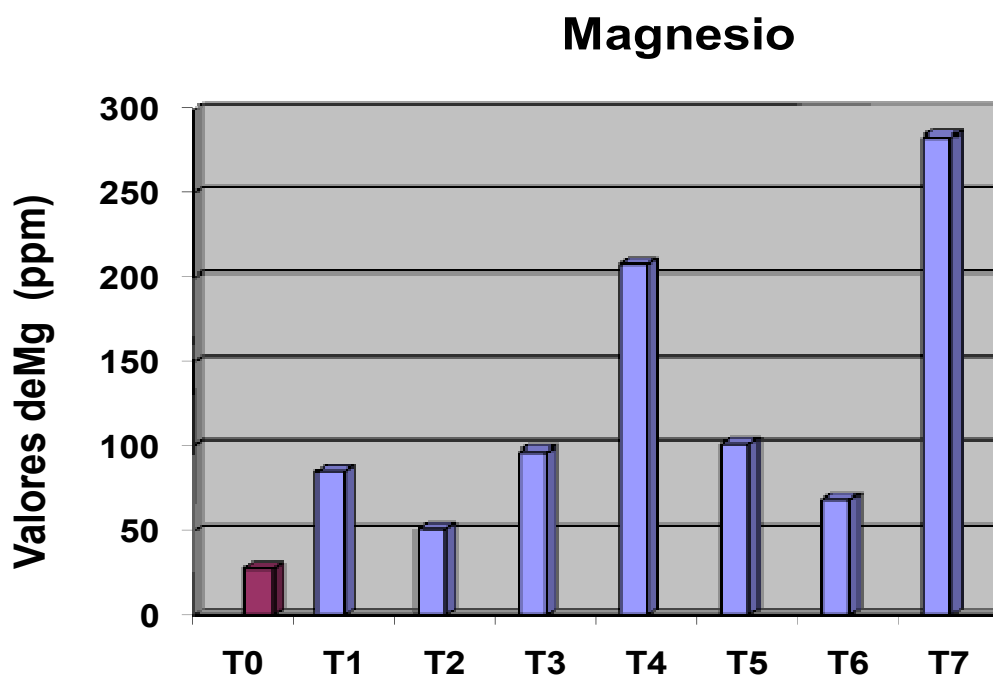


Figura 11. Comportamiento del Magnesio en los suelos tratados.

Para Moreira, (2003) y Ramalho *et al.* (1995) el magnesio conforma la estructura de la molécula de la clorofila, por lo tanto es un elemento central, cuando existe un exceso de Mg en la plantas de café se induce probablemente a la deficiencia de K, por lo que se ha considerado como un sustituto parcial del potasio. En la Figura 11, se aprecia que el T7 (bocashi) fue el que obtuvo mayor contenido de Mg en la solución del suelo, seguido por el T4, si comparamos con la figura anterior confirmamos lo expuesto por Cabalceta, (1992). En ese mismo orden Carvajal (1984) determinó que para una buena nutrición del cafeto, se debe tener mayor contenido de magnesio que de potasio.

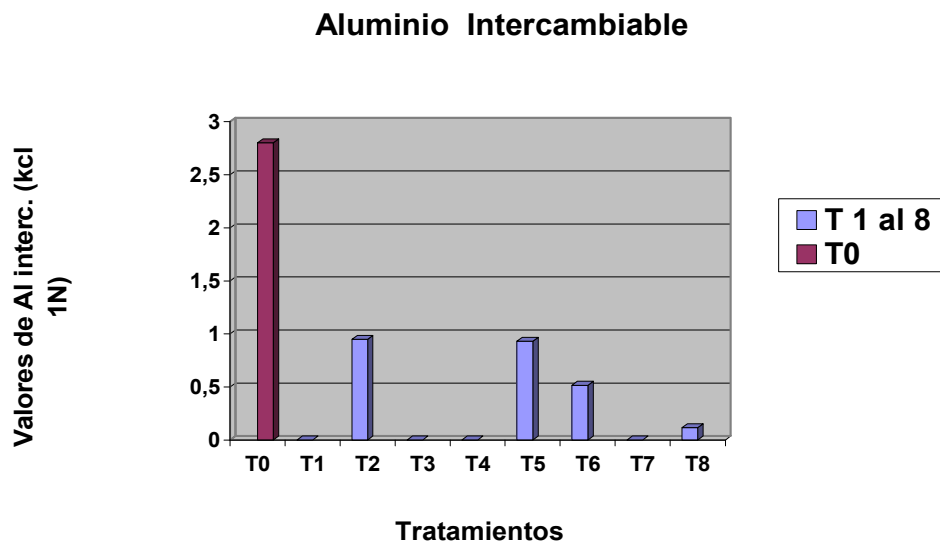


Figura 12. Comportamiento del Aluminio intercambiable en los suelos tratados.

En la Figura 12, se observa que en los tratamientos T1, T3, T4, T7 y T8 se lograron los niveles más bajos de aluminio intercambiable; estos tratamientos tienen en común la presencia de productos orgánicos y minerales; como lo son el bocashi, compost, fosforita y cal agrícola. En estos casos, probablemente los radicales orgánicos acomplejen al aluminio restándole su actividad en la solución del suelo; la cal y la fosforita con su aporte de carbonato de calcio probablemente neutralizan al aluminio intercambiable; resultados similares fueron señalados por Quiros y González (1979), el encalado provocó un aumento en el pH, en el contenido de calcio y en la utilización del fósforo por la planta, causando una fuerte disminución del aluminio intercambiable del potasio y magnesio. Matheus (2001), señaló que la incorporación de los biofertilizantes a un suelo produjo una leve disminución en la acidez intercambiable, atribuyéndolo a los cambios de pH al aporte de calcio y al efecto amortiguados de la materia orgánica sobre los iones H^+ intercambiable. Hue *et al.* (1986) muestra en su trabajo, que la presencia de ácidos orgánicos en el suelo, debido a la actividad microbiana, favorece la corrección de la toxicidad de Al, y forman

complejos fuertes de Al y de Fe. En el experimento la disminución de aluminio intercambiable, componente de la acidez intercambiable del suelo, fue evidente.

GRAFICOS Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS EN EL ÁREA FOLIAR.

En el ensayo, se trabajó sobre plantas podadas; y con el objeto de inferir en los rendimientos para la época de cosecha, que sería un tanto alejado, se realizó un análisis foliar de las plantas bajo estudio por tratamiento con los siguientes resultados.

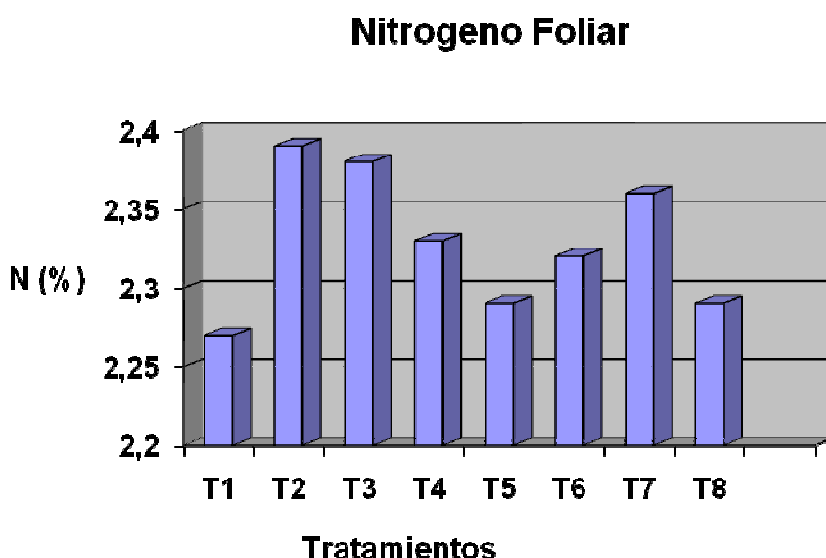


Figura 13. Comportamiento del Nitrógeno Foliar después de la aplicación de los tratamientos

Los resultados muestran tal como se observa en la Figura 13, poca diferencia entre los contenidos de Nitrógeno Foliar, quizás por la relación C/N, con un ligero aumento en el tratamiento químico, y casi con los mismos valores en el tratamiento con compost más

fosforita mas cal agrícola. Probablemente por tener más rápida reacción en el área foliar que los tratamientos donde se aplicaron productos orgánicos. Santana (2007) hizo referencia que el nitrógeno como el nutrimento más limitante en la planta de café, Carvajal (1984). En los cafetales jóvenes el nitrógeno debe ser aplicado en cantidad suficiente para un desarrollo rápido y vigoroso. Cuando la planta de café tiene una buena fuente de nitrógeno, permite la renovación adecuada de la madera, por medio de la emisión de brotes vigorosos, la formación de abundante follaje que asegura un crecimiento normal de los frutos y una buena floración (Rojas y Pérez, 2001).

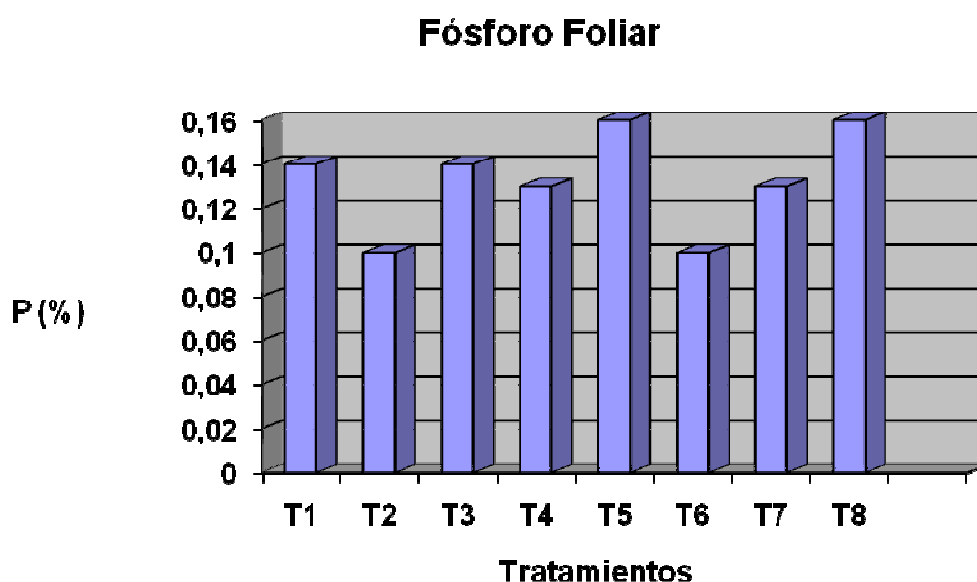


Figura 14. Comportamiento del Fósforo Foliar después de la aplicación de los tratamientos

Los tratamientos T5 y T8 son los que reflejaron los más altos valores con respecto al contenido de fósforo foliar. Respuesta obtenida en dos tratamientos donde se aplicó productos orgánicos compostados como los son el humus de lombriz y compost. La mineralización del fósforo debido a la acción solubilizadora de bacterias, actinomicetos hongos y la liberación de ácidos orgánicos durante el proceso de descomposición de los residuos, incrementa la disponibilidad de este nutrimento para las plantas (Reyes, 1991).

Por otro lado, (Acevedo, 2004) obtuvo en su ensayo, el área foliar de la planta fue afectada significativamente por las proporciones de humus de lombriz en el sustrato, en la etapa de vivero y a plena exposición solar. Los mayores valores se encontraron en las plantas desarrolladas en sustratos enmendados con las mayores dosis de humus de lombriz, sin fertilización nitrogenada y en las dosis medias cuando se aplicó nitrógeno. La respuesta de las variables estudiadas indicó que el aporte del humus de lombriz fue importante cuando el sustrato carecía de otra fuente de N. En este sentido, (Betancourt 2002) encontró mayor altura de plantas de lechosa var. Thaiandesa en sustratos de suelo enmendado con 25 y 33% de lombricompost al final de la etapa de vivero, aunque el nivel de respuesta fue menor a la encontrada en este ensayo. (Trindade *et al.* 2001) detectaron mayor altura de plantas de lechosa var. Sunrise al final de la etapa de vivero al aumentar la proporción del abono orgánico en el sustrato. (Atiyeh *et al.* 2000) se concluye que la aplicación de Humus de lombriz tiene un gran potencial para favorecer el crecimiento de diversos cultivos.

Potasio Foliar

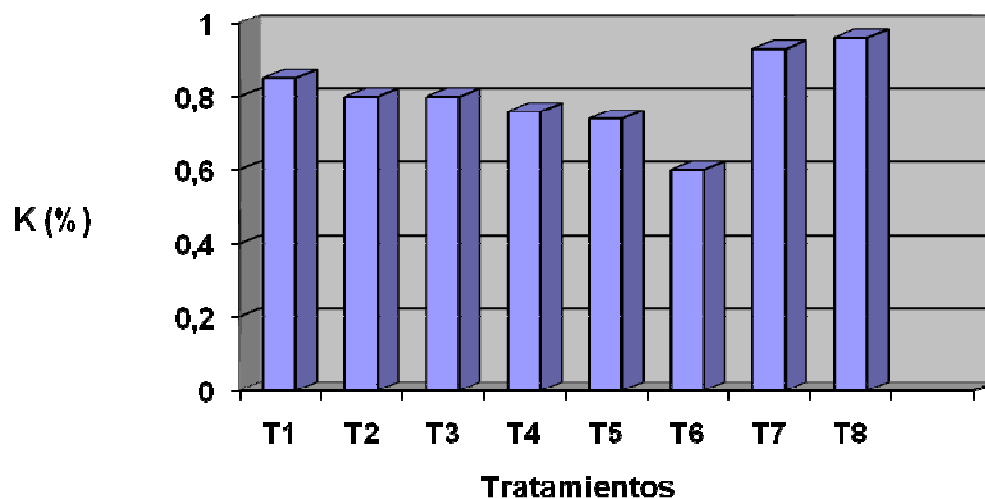


Figura 15. Comportamiento del Potasio Foliar después de la aplicación de los tratamientos.

Los tratamientos en los cuales se incorporaron los abonos orgánicos, compost y bocashi se destacaron con respecto al contenido de potasio foliar, coincidiendo con lo observado en la Figura 9. Lo esperado es que los rendimientos sean satisfactorios, por tener el cultivo los requerimientos necesarios para su crecimiento, desarrollo y calidad del café. Tal como lo señala IHCAFE (2000) al utilizar al máximo los recursos locales, como la pulpa de café, bajo adecuados procesos de manejo constituyen una fuente muy apropiada de nitrógeno, fósforo, potasio; para suplir al cafeto de elementos nutricionales, lo que es más importante contiene abundantes microorganismos que contribuye a acelerar el proceso de descomposición de residuos orgánicos a formas inorgánicas que pueden ser absorbido por las raíces de las plantas cultivadas.

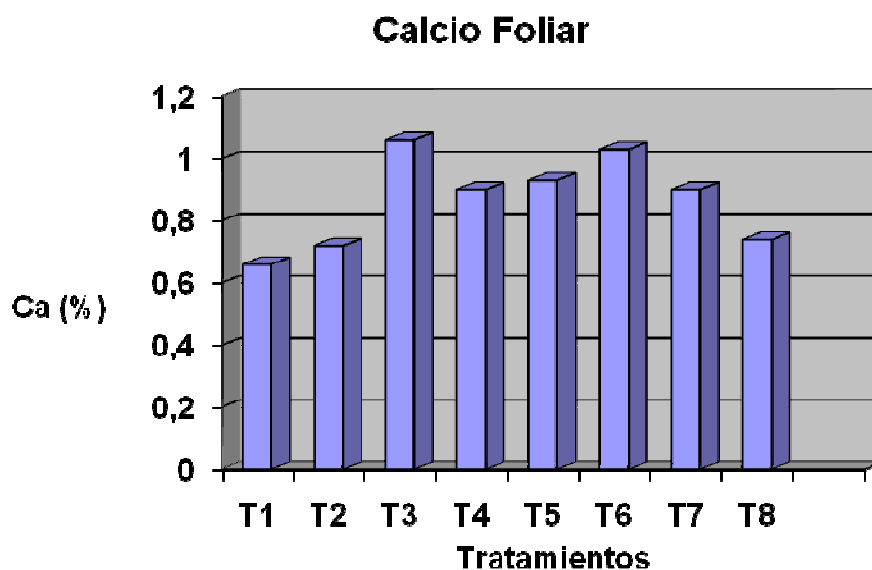


Figura 16. Comportamiento del Calcio Foliar después de la aplicación de los tratamientos.

El contenido de calcio foliar se incrementó en los tratamientos T3 y T6 ambos con materiales orgánicos compostados y combinados con fosforita mas cal agrícola. Lo que señala que esta combinación funcionó en forma complementaria como requerimiento nutricional para el cafeto. Hizo referencia de otros autores Díaz *et al* (2007), cuando la humedad en el suelo disminuye y consigo el movimiento de calcio en el perfil (Finck, 1988; Guerrero *et al.*, 1999) confirma la poca movilidad del calcio en el suelo y su baja absorción en la planta, sumado a factores como el antagonismo con otros elementos, condiciones físicas y químicas del suelo y desarrollo de las raíces (Guerrero, 1991). Las relaciones de equilibrio que deben guardar el Ca, Mg y K son esenciales para una buena asimilación de nutrientes en la planta y tienen una analogía estrecha con la cantidad de calcio cambiante en el suelo (Turner y Bull, 1970; Guerrero, 1991; Guerrero *et al.*, 1999; Espinosa y Mite, 2002). La capacidad de absorción de las raíces guarda una relación estrecha con el sistema foliar exuberante de la planta, pero el desarrollo radical no guarda proporción con el tamaño de la planta; por tanto, es necesario suplir las demandas de algunos elementos con fertilizantes minerales (Jurado y Vargas, 1977; Soto, 2001; Guerrero, 2004b).

Magnesio Foliar

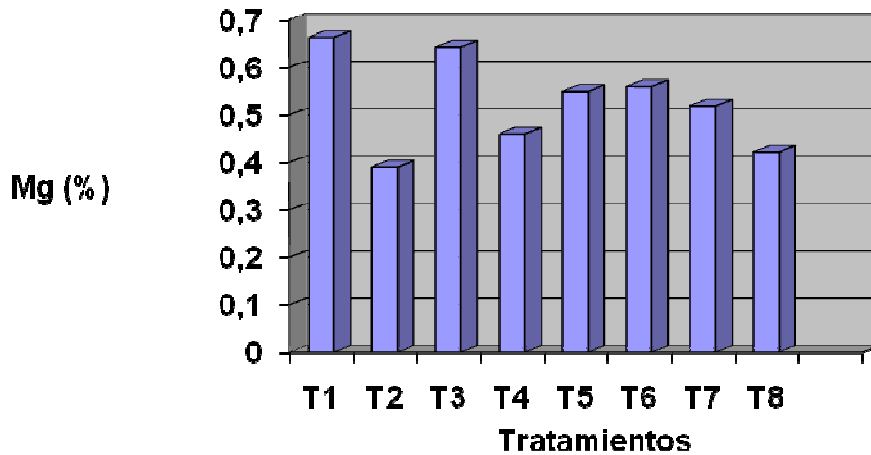


Figura 17. Comportamiento del Magnesio Foliar después de la aplicación de los tratamientos

El contenido de magnesio foliar se obtuvo los más altos valores en los tratamientos T1 y T3; el primero testigo el segundo con materiales orgánicos compostados y combinado con fosforita más cal agrícola. Lo que señala, igual que en el caso del potasio foliar (Figura 15) que esta combinación resultó favorable en forma complementaria como requerimiento nutricional y probablemente incida en buenos rendimientos para el café. Señala Agroestrategias (s/f) la importancia del magnesio dentro de la planta como responsable de la clorofila, potenciando así la síntesis de azúcares y el traslado a los granos del café en forma similar al potasio. Además, este nutriente optimiza el aprovechamiento del fósforo dentro de la planta facilitando el desdoblamiento del ATP.

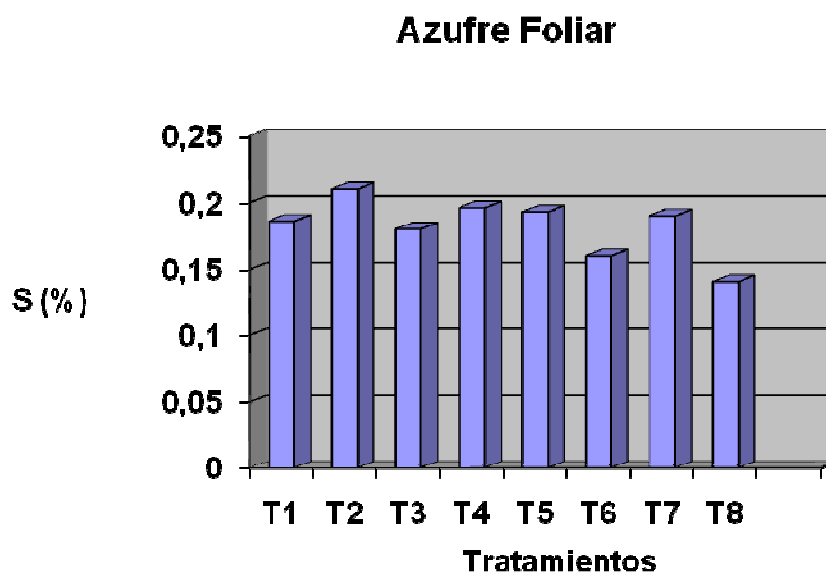


Figura 18. Comportamiento del Azufre Foliar después de la aplicación de los tratamientos.

La Figura 18, señala poca diferencia en los contenidos de azufre foliar entre los tratamientos. Áñez y España, (2003), demostraron en su investigación que este macroelemento se mantiene constante en la época de floración y fructificación de la planta, disminuyendo en la época de cosecha a diferencia de los ocurrido con el magnesio en lechosa.

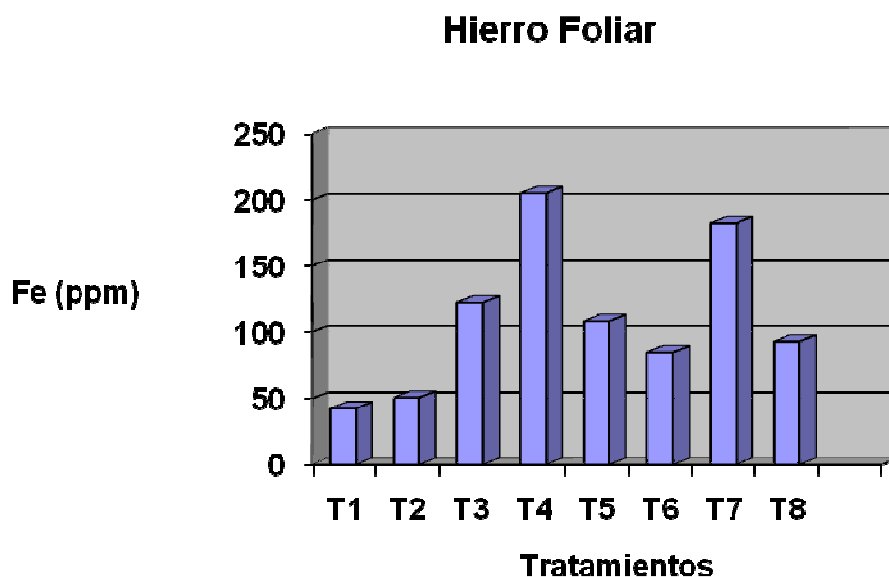


Figura 19. Comportamiento del Hierro Foliar después de la aplicación de los tratamientos.

Los resultados obtenidos en el hierro foliar están íntimamente ligados al pH del suelo, tal como se observa en la Figura 5. Los más altos valores de pH: 5,9 se obtuvo en el tratamiento 4 donde, se agregó al suelo fosforita más cal agrícola, seguido del tratamiento donde se incorporó bocashi, situación esperada debido a la reacción que ambos productos tienen en el suelo. Agroestrategia (s/f) resalta la importancia del hierro en el cultivar y la relación directa ligada a la fotosíntesis; participe en la síntesis de clorofila junto con el magnesio, al tener valores óptimos de hierro la planta aprovecha el nitrógeno, cumpliendo un rol, similar al azufre en este sentido, como así también para el aprovechamiento interno del fósforo por parte de la planta.

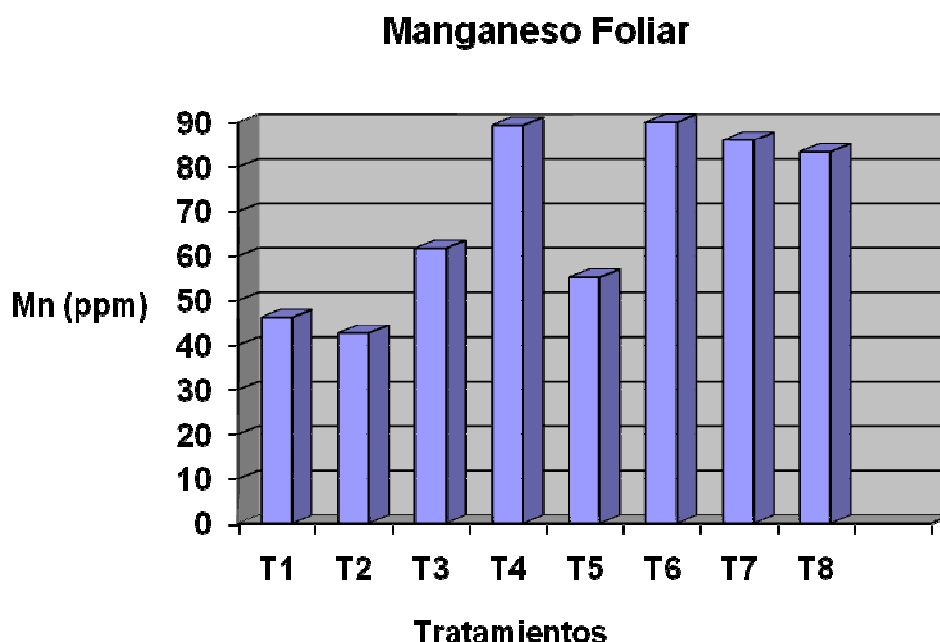


Figura 20. Comportamiento del Manganeso Foliar después de la aplicación de los tratamientos

El incremento del manganeso foliar T4, T6, T7 y T8 se explica en función de la aplicación del productos orgánicos y minerales, como lo refiere Rivero y Paolini (1995) y Mogollón (2000), tienen la particularidad de incrementar la actividad microbiana de los suelos como consecuencia de la producción de compuestos orgánicos que por su reacción lo hacen mas fácil de asimilar por la planta a través de las raíces, estos resultados indican que probablemente estas plantas tengan altos rendimientos. López (2002) basándose en las experiencias de Sumen (1998), Pocknee y Sumner (1996) y Noble *et al.* (1996), la posible alternativa de usar materiales orgánicos, actuarían en su grado de descomposición en el suelo elevando el pH y precipitando el aluminio en proporción directa a su contenido de cationes básicos o alcalinidad; situación que coincide con el ensayo.

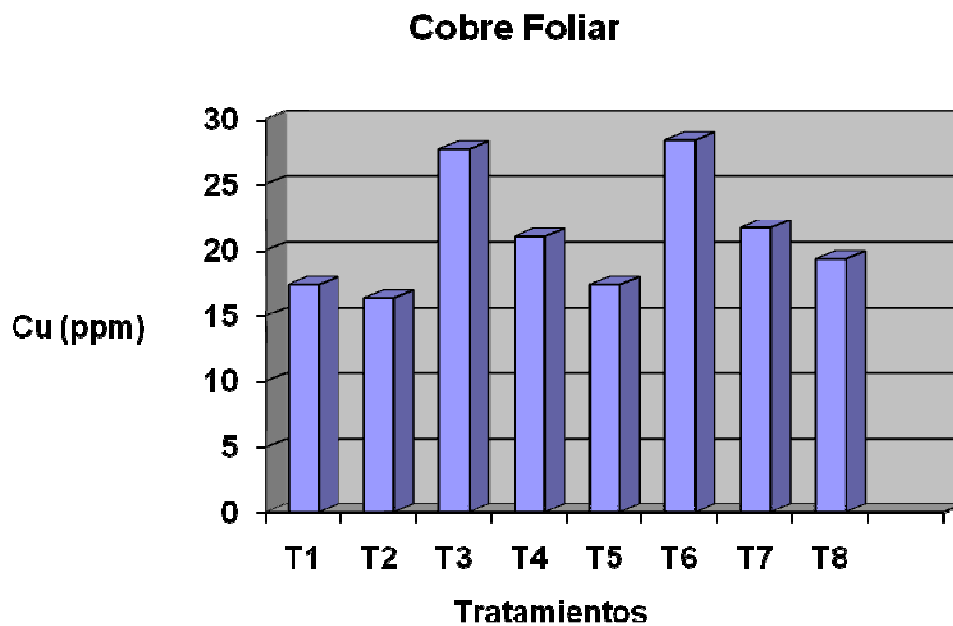


Figura 21. Comportamiento del Cobre Foliar después de la aplicación de los tratamientos

En la Figura 21, se observa los valores más elevados de cobre foliar en T6 y T3 vinculado a los tratamientos con bocashi y compost en combinación con fosforita más cal agrícola respectivamente; este microelemento es un metal pesado considerado peligroso en el sistema terrestre señala López (2002). Los procesos de mayor importancia que influyen la movilidad y retención de metales son la meteorización, solubilización, precipitación toma por las plantas, inmovilización por microorganismos del suelo y lixiviación. Estos procesos son principalmente afectados por el pH, y el contenido de materia orgánica; situación que resulta contradictorio en el ensayo.

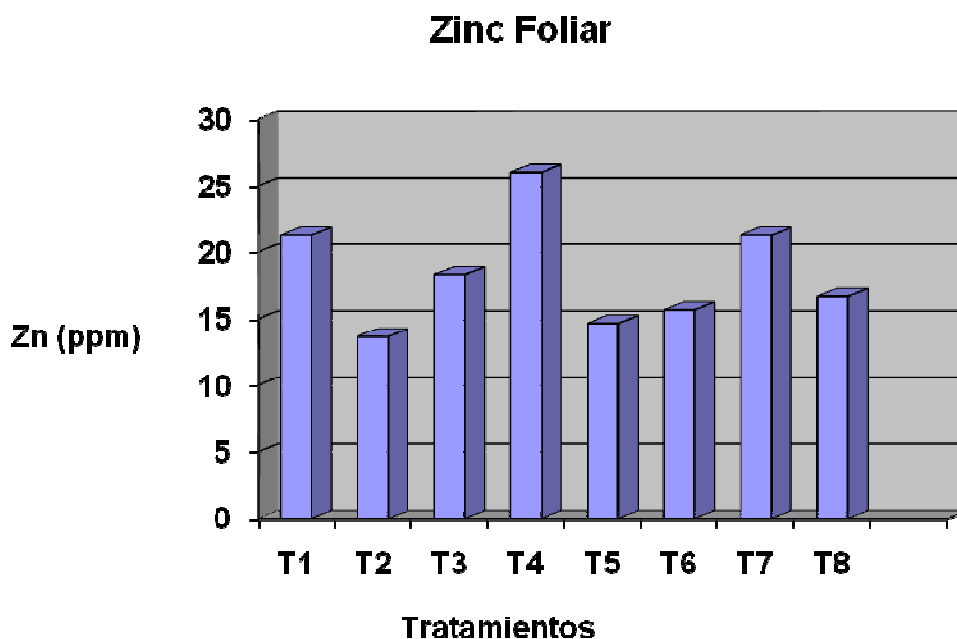


Figura 22. Comportamiento del Zinc Foliar después de la aplicación de los tratamientos

La Figura 22, coincide en la mayoría de los tratamientos con los reflejados en el comportamiento del hierro foliar en donde, los resultados obtenidos en el zinc foliar están íntimamente ligados al pH del suelo, tal como se observa en la Figura 5; donde el más alto valor de pH: 5,9 se obtuvo en el tratamiento 4 donde, se incorporó al suelo fósforo más cal, seguido del tratamiento donde se incorporó bocashi, situación esperada debido a la reacción que ambos productos tienen en el suelo. En su experiencia Vidal *et al* (1986) observó que el incremento en la cantidad de Zn en las plantas fue influenciado principalmente por las aplicaciones de fósforo (Chaverri y Bornemisza, 1977; Guzmán y Bornemisza, 1983b; Marinho e Igue, 1972); en los tratamientos donde no se aplicó fósforo, la extracción de Zn por las plantas fue menor que cuando se aplicó fósforo, para los seis suelos en estudio, lo que confirma, según la ley de Liebig, que el elemento más limitante fue el fósforo.

CONCLUSIONES

Los resultados de aluminio intercambiable, conductividad eléctrica, calcio, potasio, fósforo, magnesio, textura, materia orgánica y pH; parámetros evaluados en el análisis de varianza; mostraron que no hubo diferencia significativa en estas variables para tratamientos de abonos orgánicos como de abono químico; es decir, que el efecto sobre las propiedades químicas del suelo produjo una respuesta similar antes y después de la aplicación de los abonos orgánicos;

- En las fincas cafetaleras los materiales necesarios para su elaboración representan una alternativa de sustitución o reducción de la fertilización inorgánica.
- Los resultados en el contenido de materia orgánica, no fueron la excepción. El análisis de varianza reveló, que no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos; se puede esperar que al avanzar el proceso de descomposición aumente el contenido de materia orgánica debido al ataque de los microorganismos descomponedores sobre los residuos carbonados produciendo dióxido de carbono, agua y otros compuestos, según señala Thompson y Troech (1982).

Los tratamientos con productos orgánicos para el cultivo de café en la finca Angelly del municipio Juan Vicente Campo Elías del estado Trujillo representan una valiosa alternativa para producir abonos orgánicos de gran utilidad agrícola y reducir los riesgos de contaminación de los cursos de agua y el ambiente en general en las zonas cafetaleras; totalmente naturales y de fácil acceso al caficultor, es decir, que con los elementos disponibles en las fincas puedan realizar sus propios productos orgánicos, evitando entre otras cosas gastos adicionales por flete desde los centros de compras a la unidad de producción.

RECOMENDACIONES

Sobre la base de los efectos obtenidos, en la finca cafetalera Angelly, de los análisis probablemente se deba al método o práctica usada en el laboratorio, por lo que se sugiere la necesidad de implementar, la metodología de análisis químico y microbiológico para caracterizar los abonos orgánicos.

Se sugiere continuar con la aplicación de estas prácticas, para observar cualquier variación en el método experimental.

En términos generales, los resultados obtenidos en este trabajo de investigación sugiere el uso de abonos alternativos en las fincas cafetaleras del municipio Juan Vicente Campo Elías.

Se demostró que los productos orgánicos constituyen una alternativa para los caficultores, representan una disminución de costo de manejo de los abonos orgánicos a mediano y largo plazo como consecuencias de los beneficios que estos productos crean en las propiedades químicas del suelo y área foliar. Por lo que, el aprovechamiento de estos productos orgánicos representan una opción para conseguir un equilibrio en el suelo que garantice los requerimientos necesarios para la planta, buen desarrollo y como resultado elevados rendimientos.

Llevar adelante este tipo de ensayo con más tiempo, para poder determinar los cambios productos de una mineralización mas completa de los materiales orgánicos utilizados.

Comparar con los rendimientos en café.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, I y Pire,R. 2004. Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (Carica papaya L.)<http://www.scielo.org.ve/scielo.php>. . [Consulta: Octubre 20, 2009].
- Acevedo, I. 2002. Caracterización y efectos del vermicompost como enmienda de sustratos sobre el crecimiento del lechoso. Trabajo de Grado presentado para optar al grado de Magister Scientiarum. Posgrado de Horticultura. UCLA, Barquisimeto. 101 p.
- Agroestrategias. (s/f). Fertilización del cultivo de maíz. [http://www. Agroestrategias. Com](http://www.Agroestrategias.Com). [Consulta: Noviembre, 26 2009].
- Añez, M. y España, R. 2003. Calcio, Magnesio y Azufre foliar en Lechosa (Carica papaya L.) Maradol (Resumen). Revista Unellez de Ciencia y Tecnología. Volúmen 21 -2003. Guanare-Venezuela. p 77-82.
- Aranguren, J., G. Escalante y R. Herrera. 1982. Nitrogen cycle of tropical perennial crops under shade trees. 1. Coffee. *Plant and Soil*. 67: 247 – 258.
- Atiyeh, R., Subler, S. Edwards, C., Bachman, G., Metzger, J. y Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiol*. 44: 579-590
- Barbosa, R., C. da Silva, C. Sanzonowicz, J. Ramos, J. Preira, A. Guerra. 2003. Crescimento inicial do cafeeiro Rubi em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 38(8): 1257 – 1262.
- Becerra Libia, Arellano Rosaura y Pineda Neida 2006. Diagnóstico Agro socioeconómico de las fincas cafetaleras de la microcuenca del Rio Monaicito, estado Trujillo-Venezuela. *Revista geográfica venezolana* v 47 n.1.[http://www2. scielo.org.ve](http://www2.scielo.org.ve). [Consulta: Septiembre, 14 2009].

- Betancourt, D. 2002. Efecto de diferentes sustratos sobre la emergencia y desarrollo de plantas de lechosa (*Carica papaya* L.) *en condiciones de vivero*. Tesis. Universidad Central de Venezuela. 94 pp.
- Cabalчета, G 1992. Corrección de desequilibrio catiónicos (Ca, Mg, K en un suelo cafetalero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 16 (1): 145 -152. [Consulta: Octubre 02, 2009].
- Cabrera, R. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de las plantas en maceta. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 5 (1): 5 – 11.
- Cardona, D. y Sadeghian, S. 2005. Evaluación de propiedades físicas y químicas de suelos establecidos con café bajo sombra a plena exposición solar. *Cenicafé*, 56(4): p 348-364.
- Casanova, E. 1991. Introducción a la ciencia del suelo. UCV. Facultad de Agronomía. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas. 151 pp.
- Cervantes, M. 2004. Abonos Orgánicos. Resumen. [http://www. InfoAgro.campomar com](http://www.InfoAgro.campomar.com). [Consulta: julio 25, 2007].
- Chargert, R. (2009). [Consulta: Noviembre 27, 2009].
- Chaverri y Bornemisza 1977. Abonos Orgánicos. Resumen. [http://www. InfoAgro.campomar com](http://www.InfoAgro.campomar.com). [Consulta: julio 25, 2007].
- Delgado, F. 2001. Agricultura sostenible y mejoramiento de suelos de ladera. CIDIAT. Universidad de los Andes Mérida, Venezuela. 205 pp.
- Díaz S., J.A. 1993. Efecto de dos sistemas de labranza, abonos verdes y fertilización sobre propiedades físicas del suelo y el rendimiento del maíz en Turán- Estado Portuguesa. Tesis de Grado. Universidad Ezequiel Zamora. 90 pp.
- Díaz, A., Cayon, G. y Jairo, J. 2007. Metabolismo del calcio y su relación con la “mancha de madurez” del fruto de banano. *Agronomía Colombiana* 25(2), 280-287.

- Duggan, M. 2008. Qué es la fertilidad de un suelo. Fertilidad Física, química y biológica. <http://www. Qué es la fertilidad de un suelo. Fertilidad Física, química y biológica. com>.
- Edafología 2004. Lección 2 propiedades de la materia orgánica del suelo. <http://www. Propiedades de la materia orgánica com>.
- Emison Medi Ambient S.L. (s/f). El Compostaje. <http://www.webdehogar.com/jardinaria/compost-compostaje-abono-organico-elaboracion-componentes.htm>. [Consulta: Abril 21, 2009].
- Emison, (s/f). Compostaje. [www.emison.com/5143. htm](http://www.emison.com/5143.htm). [Consulta: abril 22, 2007].
- Espinosa, J. 1995. Potasio en suelos tropicales. Pdf.
- FAO. 1997. China: Reciclaje de desechos orgánicos en la agricultura. Boletín de Suelos N° 40.Roma. 95 pp.
- Farfán, F. y Mestre, A. (2004). Fertilización del café en un sistema agroforestal en la zona cafetera Norte de Colombia. *Cenicafé*, 55(3): p 232-245.
- Farfán, F. y Mestre, A. (2004). Respuesta del café cultivado en un sistema agroforestal a la aplicación de fertilizantes. *Cenicafé*, 55(2): p 161-174.
- Flores, Y. 2009. Efecto del manejo agronómico sobre la microbiota de suelos de tradición arroceras en dos municipios del edo portuguesa. Tesis de Grado. Universidad Ezequiel Zamora. 70 pp.
- FONAIAP. 1989. Manual de Alternativa Tecnológica para el Cultivo del café a nivel técnico en Venezuela.181 pp.
- García; N. 1988. Cafetales y Café. Caracas- Venezuela. 225 pp.
- Gomero, O. y Velásquez, H. 1999. Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico de suelos. <http://www.ciedperu.org.ve>. [Consulta: Noviembre 25, 2008].

- González Lanza R. 2001. Interpretación de análisis de suelo. Subproyecto Edafología II. Unellez- Guanare.10pp
- González Lanza R. 2005. Interpretación de análisis de suelo. Subproyecto Edafología II. Unellez- Guanare.70pp
- González Lanza R. 2006. Interpretación de análisis de suelo. Subproyecto Edafología II. Unellez- Guanare.80pp
- Grisales G. (1977). Suelos de la zona cafetalera; clasificación y uso. Medellín, Fondo Cultural cafetalero. 142 pp.
- Guerrero, R. 1988. El diagnóstico químico de la fertilidad del suelo. Diagnóstico y control. Bogotá. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 473pp.
- Havlin, J., Beaton, J., Tisdale, S. y Nelson, W. 1999. Soil fertility and fertilizers; introduction to nutrient management. 6 ed. Upper Saddle River. Prentice Hall. 499 pp.
- Hernández, R. 1998. Zonificación agroclimática del estado Trujillo. Volumen 1°. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas-Venezuela. 105 pp.
- Hue, N. Craddock, G and Adams, F.(1986). Effect of organic acids on aluminum toxicity in subsoils. Soil Science Society of America Journal 50:28-34.
- Hue, N., S, Vega y J. Silva. 2001. Manganese toxicity in a Hawaiian Oxisol affected by soil pH and organic amendments. Soil Science Society American Journal. 65: 153 – 160.
- IHCAFE, 2000. Bioabono de pulpa de café; alternativa para la producción sostenible de café. Resumen 4pp.
- IMDEL, 2006. Manual para el Caficultor. Instituto Municipal para el desarrollo de la economía local, Biscucuy Portuguesa. 73 pp.
- Inforganic. (2006) <http://inforganic.com/node/951> [Consulta: Abril 21, 2009].

- INIA-Táchira, 2009. Impulsa el uso de abonos orgánicos. <http://www.INIA-Táchira impulsa el uso de abonos orgánicos.htm>. [Consulta: octubre 10, 2009].
- Jaramillo, D. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. (CD-ROM). Universidad Nacional Sede Medellín. Facultad de Ciencias.
- Leal, N. y C. Madrid. 1998. Compostaje de residuos orgánicos mezclados con roca fosfórica. *Agronomía. Tropical*. 48: 335 – 357.
- López, J. Díaz, A. Martínez, E. y Valdez, R. 2001. Abonos Orgánicos y su Efecto en Propiedades Físicas y Químicas del Suelo y Rendimiento en Maíz. <http://www. Art 293-299.Adobe Acrobat doc. 57 kb>.
- López, R. 2002. Degradación del suelo. Causas, procesos evaluación e investigación. Serie: Suelos y Clima. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación ambiental y Territorial. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 273pp.
- Madrid, C., V. Quevedo y E. Andrade. 2000. Estudio de la biotransformación aeróbica de los desechos lignocelulósicos del pergamino de café (*Coffea arabica* L.) y tallos de pasto guinea (*Panicum maximum*). *Revista. Facultad de Agronomía. (LUZ)*. 17: 505 – 517.
- Martínez, H. 2005. Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía. Volvamos al Campo. Grupo Latino LTDA. Colombia. 700 pp.
- Matheus, J. 2001. Evaluación agronómica del uso de un biofertilizante en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Tesis de Grado. Universidad Ezequiel Zamora. 135 pp.
- Medina, B. 2001. La importancia de la utilización integral de la pulpa de café como alternativa ecológica para reducir la contaminación. <http://www. Anacafé.org.ve> [Consulta: julio 20, 2007].

- Mogollón, L. 2000. Uso eficiente de los fertilizantes. Curso: Manejo de la fertilidad de los suelos. Sociedad Venezolana de Ciencia del Suelo. Maracay, Venezuela. p 25-36.
- Montero, S. 2005. Nuestras cooperativas. Coopeldos. R.L. Proyectos. Abonos Orgánicos. <http://www.Coocafe Costa Rica.htm>. [Consulta: julio 20, 2007].
- Montilla, M. 1993. Procesos Ecológicos en el Manejo de Suelos. Seminario Internacional de Agricultura Ecológica. Centro de Investigación Ecológica de Los Andes Tropicales. Mérida. Venezuela. 12 pp.
- Moreira, C. 2003. Caracterização de sistema de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais. Título de Mestre em Ecologia de Agroecossistemas. Postgrado em Agronomia. Área: Fitotecnia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. Universidad de São Paulo. Brasil. 113 p.
- Morillo, L. 2008. Qué es la fertilidad del suelo. <http://www2.scielo.org.ve>. [Consulta: julio 20, 2007].
- Mtambanengwe, F. Mapfumo, P y Kirchmann, H. 2004. Decomposition of organic matter in soil as influenced by texture and pore size distribution. Nairobi, Academy Science Publisher of Ciat. 261-275.
- Oirsa.2001. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Abonamiento Orgánico. [http://www.oirsa.Org/portal/que es oirsa.aspx](http://www.oirsa.Org/portal/que_es_oirsa.aspx). [Consulta: Abril 19, 2008].
- Ortiz, M., Zapata, R ., Sadeghian, S. y Franco, H. (2004). Aluminio intercambiable en suelos con propiedades ándicas y su relación con la toxicidad. *Cenicafé*, 55(2): p 101-110.
- Ortiz, M., Zapata, R y Sadeghian, S. (2006).Propiedades de la materia orgánica y capacidad complejante sobre el aluminio en algunos suelos ándicos en Colombia. *Cenicafé*, 57(1): p 51-57.

- Ossom, E., P. Pace, R. Rhykerd. 2001. Effect of mulch on weed infestation, soil temperature, nutrient concentration, and tuber yield in (*Ipomoea batatas* L.) Lam. in Papua New Guinea. *Tropical Agriculture* 78 (3): 144-151.
- Pandey, A., C. Soccol, P. Nigam, D. Brand, R. Mohan, S. Roussos. 2000. Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. *Biochemical Engineering*.
- Patiño, M., Khalajabadi, S. y Montoya, C. 2006. Caracterización de la fertilidad del suelo en la zona cafetera del Valle del Cauca mediante registros históricos. *Cenicafé*, 57 (1):7-16.
- Pérez, J. 1992. Caracterización de materiales orgánicos con fines de uso agrícola. Trabajo de ascenso. Decanato de Agronomía UCLA. Barquisimeto. 53 p.
- Pérez, M. y Díaz, O. 1998. La lombricultura. Lombricultura experiencia de vermicomposteo en San Fernando Chiapa. . <http://www.Geocoties.com> / Athens/Delphi/ 8786/ lombricu. htm. [Consulta: julio 20, 2007].
- Pulido, M., Lobo, D. y Lozano, Z. Asociación entre indicadores de estabilidad estructural y la Materia Orgánica en suelos Agrícolas de Venezuela.
- Quintero, J. y M. Ataroff. 1998. Contenido y flujos de nitrógeno en la biomasa y hojarasca de un cafetal a plena exposición solar en Los Andes venezolanos *Revista de la Facultad Agronomía (LUZ)*. 15: 501-514.
- Quirós, S. y González M. 1979. Neutralización del aluminio intercambiable y aprovechamiento del fosforo en tres suelos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 3 (2): 137-149.
- Ramírez, M. 1995. Sostenibilidad agropecuaria y su relación con la nutrición integrada de plantas y conservación de suelos y aguas. Programa Nacional de Manejo Integrado de Suelos y Aguas. CORPOICA. Bogotá. 19 pp.

- Reyes de A. Y. 1991. Dinámica del fósforo y aislamiento de algunos microorganismos en mezcla pulpa de café - roca fosfórica. Rev. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. (17):397 -408.
- Rivero, C y Paolini, J. 1994. Efecto de la incorporación de residuos orgánicos sobre algunas propiedades físicas de dos suelos de Venezuela. Venesuelos. 2(1):26-31.
- Rivero, C. 1997. Efecto del uso de residuos vegetales sobre algunas propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo. Turén. Revista Facultad de Agronomía. Maracay. 21:37-47
- Rivero, C. 1999. Materia Orgánica del suelo. Revista Facultad de Agronomía. Alcance Vol. 57. pp 221.
- Rodríguez, A. 2003. Manual de Organopónicos y Huertos Intensivos. Agricultura Urbana. República Bolivariana de Venezuela. 94 pp.
- Rodríguez, G. y Lobo, D.1999. Efecto de tres niveles de remoción artificial del suelo y uso de abonos orgánicos sobre la productividad de un suelo bajo cultivo de lechuga (*Latuca sativa* L.) (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. P 73-74.
- Rodríguez, R. Moreno, J. Díaz, J y Larreal, M. 2006. Comportamiento de la conductividad eléctrica en dos series de suelos del sector Caño San Miguel, municipio Mara, Estado Zulia durante un periodo de dos años. Revista facultad agronomía (Luz), 23: 394-404.
- Sadeghian, S. 2003. Efecto de la fertilización con Nitrógeno, Fósforo, Potasio, y Magnesio sobre las propiedades químicas de suelos cultivados en café. Cenicafé, 54(3): p 242-257.
- Sadeghian, S. García, J. y Montoya, E. 2006. Respuesta del cultivo de café con N, P, K, y Mg en dos fincas del departamento del Quindío. Cenicafé, 57(1): p 58-64.
- Salamanca, A. y Sadeghian, S. 2005. La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. Cenicafé, 56(4):p 381-397.

- Salas, E. y C. Ramírez. 2001. Bioensayo microbiano para estimar los nutrientes disponibles en los abonos orgánicos: calibración en el campo. *Agronomía Costarricense*. 25(2): 11 – 23.
- Salmerón, L. 2005. La prensa S.A. Aumenta agricultura orgánica. Edición N° 23741. <http://www.info@la.prensa.com.ni>. [Consulta: marzo 05, 2007].
- Sánchez, G., J. Olgún y G. Mercado. 1999. Accelerated coffee pulp composting. *Biodegradation*. 10: 35 – 41.
- Santana, J., M. 2007. Fijación biológica de nitrógeno por leguminosas Arbóreas para sombra de café en puerto rico. Universidad de puerto rico recinto universitario de mayagüez. Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado Maestro en Ciencias en Agronomía. 103 pp.
- Temuco. 2008. <http://www.verdecountry.com> All Rights Reserved o [verdecountry.com/temuco](http://www.verdecountry.com/temuco). [Consulta: junio 25, 2009].
- Trindade y De Almeida, F. 2001. Dependencia micorrízica de variedades comerciales de mamoeiro. *Pesq. Agropec. Bras.* 12: 1485-1494.
- Vargas, M. y Briceño, K. 2003. Efecto de la incorporación de desechos agrícolas biodegradados sobre algunas características químicas de un alfisol del piedemonte andino. (Resumen). *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. Volúmen 21 -2003. Guanare-Venezuela. p 124-137.
- Vargas, M. y Valbuena, R. 1999. Efecto de enmiendas orgánicas sobre propiedades químicas y físicas del suelo en una granja integral. *In Memoria XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo*. Barquisimeto, Venezuela. p 195-199.
- Velásquez, M., G. Mata y J. Savoie. 2002. Waste-reducing cultivation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus pulmonarius* on coffee pulp: changes in the production of

some lignocellulolytic enzymes. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 18: 201 – 207.

Verdecountry. 2006. Tipos de suelos y abonos orgánicos. <http://www.verdecountry.com> All Rights Reserved o [verdecountry.com](http://www.verdecountry.com).htm. [Consulta: junio 20, 2007].

Verdonck, O. 1998. Compost specifications. *Acta Horticulturae*. 469: 169 – 177.

Vidal, E., Bornemisza, M y Alvarado, A. 1986. Relación fosforo-zinc en dos toposecuencias de la parte central de la Península de Nicoya, Guanacaste. *Agronomía costarricense. Fosforo-zinc en suelos de Nicoya*. 8pp.

Zérega, L. 1993. Manejo y uso agronómico de la cachaza en suelos cañameleros. *Caña de Azúcar*. 11 (2): 71 - 92.

ANEXOS.

ANEXOS

ANÁLISIS DE SUELO

Apéndice 1.1. Análisis de suelo antes del ensayo.

PARÁMETROS	VALOR
Profundidad	20 cm
pH (Rel 1:2)	4,1
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,06
Materia Orgánica(%)	3,17
Fósforo (ppm)	4
Potasio (ppm)	30
Calcio (ppm)	200
Magnesio (ppm)	28
Al intercambiable	2,8
Textura	FA

Fuente: Laboratorio de Suelos Unellez-Guanare.

Apéndice 1.2. Análisis de suelo después del ensayo. Tratamiento N° 1 Testigo

PARAMETRO	VALORES		
	R1	R2	R3
Profundidad	20 cm	20 cm	20 cm
pH (Rel 1:2)	5,4	5,3	5,4
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,07	0,07	0,08
Materia Orgánica(%)	4,41	3,17	3,75
Fósforo (ppm)	12	5	24
Potasio (ppm)	50	45	45
Calcio (ppm)	925	675	875
Magnesio (ppm)	103	85	68
Al intercambiable			
Textura	FAa	F	FAa

Fuente: Laboratorio de suelos Unellez Guanare.

Apéndice 1-3. Análisis de suelo después del ensayo. Tratamiento N° 2 Fertilización Tradicional

PARAMETRO	VALORES		
	R1	R2	R3
Profundidad	20 cm	20 cm	20 cm
pH (Rel 1:2)	5	4,3	4,8
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,05	0,07	0,07
Materia Orgánica(%)	3,28	3,66	3,41
Fósforo (ppm)	10	12	14
Potasio (ppm)	35	50	60
Calcio (ppm)	700	575	625
Magnesio (ppm)	50	30	75
Al intercambiable		2,60	0,25
Textura	FAa	FA	FA

Fuente: Laboratorio de suelos Unellez Guanare.

Anexo 1.4. Análisis de suelo después del ensayo. Tratamiento N° 3 Compost + fosforita + cal agrícola.

PARAMETRO	VALORES		
	R1	R2	R3
Profundidad	20 cm	20 cm	20 cm
pH (Rel 1:2)	5,6	4,3	5,4
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,11	0,07	0,08
Materia Orgánica(%)	3,86	3,91	4,15
Fósforo (ppm)	17	14	6
Potasio (ppm)	50	168	45
Calcio (ppm)	1525	227	1350
Magnesio (ppm)	130	59	102
Al intercambiable			
Textura	FA	A	FA

Fuente: Laboratorio de suelos Unellez Guanare.

Anexo 1.5. Análisis de suelo después del ensayo. Tratamiento N° 4 Fosforita + cal agrícola.

PARAMETRO	VALORES		
	R1	R2	R3
Profundidad	20 cm	20 cm	20 cm
pH (Rel 1:2)	5,9	5,2	6,7
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,28	0,08	0,31
Materia Orgánica(%)	3,55	3,91	4,66
Fósforo (ppm)	13	7	23
Potasio (ppm)	100	50	30
Calcio (ppm)	2325	875	2375
Magnesio (ppm)	250	175	200
Al intercambiable			
Textura	FAa	FA	F

Fuente: Laboratorio de suelos Unellez Guanare.

Anexo 1.6. Análisis de suelo después del ensayo. Tratamiento N° 5 Humus de lombriz.

PARAMETRO	VALORES		
	R1	R2	R3
Profundidad	20 cm	20 cm	20 cm
pH (Rel 1:2)	5,3	5,2	4,1
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,07	0,08	0,05
Materia Orgánica(%)	4,01	3,61	4,64
Fósforo (ppm)	18	13	14
Potasio (ppm)	75	60	60
Calcio (ppm)	950	1075	120
Magnesio (ppm)	175	100	28
Al intercambiable			2,80
Textura	F	FA	FA

Fuente: Laboratorio de suelos Unellez Guanare.

Anexo 1.7. Análisis de suelo después del ensayo. Tratamiento N° 6 Bocashi Fosforita + cal agrícola.

PARAMETRO	VALORES		
	R1	R2	R3
Profundidad	20 cm	20 cm	20 cm
pH (Rel 1:2)	4,5	5,0	4,9
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,07	0,06	0,06
Materia Orgánica(%)	4,31	4,39	3,98
Fósforo (ppm)	9	11	5
Potasio (ppm)	75	35	45
Calcio (ppm)	355	975	750
Magnesio (ppm)	100	38	68
Al intercambiable	1,0		0,55
Textura	FA	FA	FA

Fuente: Laboratorio de suelos Unellez Guanare.

Anexo 1.8. Análisis de suelo después del ensayo. Tratamiento N° 7 Bocashi

PARAMETRO	VALORES		
	R1	R2	R3
Profundidad	20 cm	20 cm	20 cm
pH (Rel 1:2)	5,2	6,5	5,5
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,13	0,36	0,12
Materia Orgánica(%)	4,13	3,71	4,18
Fósforo (ppm)	14	23	15
Potasio (ppm)	90	60	60
Calcio (ppm)	1075	1850	850
Magnesio (ppm)	200	500	150
Al intercambiable			
Textura	FA	FA	FA

Fuente: Laboratorio de suelos Unellez Guanare.

Anexo 1.9. Análisis de suelo después del ensayo. Tratamiento N° 8 Compost

PARAMETRO	VALORES		
	R1	R2	R3
Profundidad	20 cm	20 cm	20 cm
pH (Rel 1:2)	4,9	5,6	4,9
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,06	0,09	0,12
Materia Orgánica(%)	3,88	3,67	3,40
Fósforo (ppm)	18	3	10
Potasio (ppm)	35	135	168
Calcio (ppm)	500	1800	700
Magnesio (ppm)	65	400	98
Al intercambiable	0,35		trazas
Textura	F	A	F

Fuente: Laboratorio de suelos Unellez Guanare.

ANEXO 2.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES QUÍMICAS DE SUELO.

Anexo 2.1. Comportamiento de medias de tratamientos

Promedio y significación									
Trat.	P ₂ O ₅	Al interc	CE	Ca	K ₂ O	Textura	M0	Mg	pH
1	13.7	1.0	0.07	825	46.6	4.3	3.7	85.3	5.3
2	12.0	1.6	0.06	633	48.3	6.3	3.4	51.6	4.7
3	12.3	1.0	0.08	1034	87.6	7.6	3.9	97.0	5.1
4	14.3	1.0	0.22	1858	60.0	5.0	4.0	208.3	5.9
5	15.0	1.6	0.06	715	65.0	5.6	4.0	101.0	4.8
6	8.3	2.0	0.06	693	51.6	7.0	4.2	68.6	4.8
7	17.3	1.0	0.20	1258	70.0	7.0	4.0	283.3	5.7
8	10.3	1.0	0.09	1000	112.6	5.0	3.6	187.6	5.1

Fuente: Cálculos propios

Anexo 2.2. Análisis de la varianza para todas las variables.

	Valor de F y significación								
F de V.	P₂O₅	Al interc	CE	Ca	K₂O	Text	M0	Mg	pH
Bloque	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trat.	0.62	1.00	2.52	1.46	0.93	1.56	1.30	2.03	1.79
Signific.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV%	48*	56*	66*	58*	60*	27*	9	73*	11

*: Valor alto.

En virtud, de encontrarse muy elevados los valores porcentuales de los coeficientes de variación se procedió a realizar una prueba equivalente por la vía no paramétrica llamada FREEDMAN; cuyos resultados se muestran en el cuadro siguiente:

Anexo 2.3. Análisis de la varianza para todas las variables. Prueba de FREEDMAN

	Valor de F y significación								
tratamiento	P₂O₅	Al interc	CE	Ca	K₂O	Text	M0	Mg	pH
X²C	6.38	8.07	13.3	7.4	5.6	9.26	1.30	13.9	10.8
Signific.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Anexo 2.4. Modelo Estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + t_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación obtenida en el i-ésimo bloque con el j-ésimo tratamiento.

μ = Media poblacional

P_i = Efecto debido al i-ésimo bloque

t_j = Efecto debido al j-ésimo tratamiento

ε_{ij} = Error experimental

Hipótesis Planteadas:

H_0 : (No existe efecto de los tratamientos aplicados sobre las propiedades químicas del suelo)

H_0 : $P_i = 0$ (No existe efecto de los bloques sobre las propiedades químicas del suelo)

ANEXO 3.

TABLAS DE INTERPRETACIÓN

ANEXO 3.1. Valores de la Materia Orgánica.

TEXTURA	a	aF- Fa	F	FAa-FL-FA	FAL-A- AL-L-Aa
Bajo	< 1.5	<1.75	<2.0	<2.5	<3.0
Medio	1.51-3.0	1.76-3.25	2.1-4.0	2.51-4.0	3.1-5.0
Alto	> 3.1	>3.26	>4.1	>4.1	>5.1

Fuente: Laboratorio de Análisis y procesamiento. Unellez-Guanare.

ANEXO 3.2. Valores de Fósforo.

FÓSFORO OLSEN	(pH >- 6.0)	FÓSFORO BRAY	(pH >- 6.0)
Bajo	< 10 ppm	Bajo	< 7 ppm
Medio	10-20ppm	Medio	7-20ppm
Alto	> 20 ppm	Alto	> 20 ppm

Fuente: Laboratorio de Análisis y procesamiento. Unellez-Guanare.

Anexo 3.3. Valores de Potasio.

POTASIO OLSEN	(pH >- 6.0)	POTASIO Acetato de Amonio	(pH 7.0) IN
Bajo	0- 80 ppm	Bajo	< 100ppm
Medio	81-190ppm	Medio	100-150ppm
Alto	> 190 ppm	Alto	> 150 ppm

Fuente: Laboratorio de Análisis y procesamiento. Unellez-Guanare.

Anexo 3.4. Valores de Calcio.

CALCIO	(pH 4.2)	CALCIO	(pH 7.0) IN
Acetato de Sodio. Fotometría de llama		Acetato de Amonio.	Absorción atómica
Bajo	< 150 ppm	Bajo	< 1000ppm
Medio	150-400ppm	Medio	1000-4000ppm
Alto	400 ppm	Alto	> 4000 ppm
Muy alto	> 190 ppm		

Fuente: Laboratorio de Análisis y procesamiento. Unellez-Guanare.

ANEXO 4.

TABLA DE MICROELEMENTOS

BASTON DE IMPACTO

	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	Ca	Mg	K
Long.2 (nm)	589	373.7	327.4	279.5	213.9	422.7	285.2	766.5
Sensibilidad Sheck (ppm)	0.25	25	3	1.5	0.5	5	0.1	1
Rango (ppm)	1.0	20	5	2	0.2	2	0.5	2
Slit	0.2	0.2	0.7	0.2	0.7	0.7	0.7	0.7

Fuente: Laboratorio de Análisis y procesamiento. Unellez-Guanare.

Sodio (0.10 – 0.25 – 0.50 – 1.0) ppm Cloruro de potasio al 0.1%

Potasio (0.5 – 1.0 – 2.0 – 2.5) ppm Cloruro de lactano al 0.1%

ENERGÍA

Hierro (5 – 10 – 20 – 25) ppm 62

Cobre (1– 3 – 5) ppm 70

Manganeso (0.5 – 1.0 – 1.5 – 2) ppm 60

Zinc (0.05 – 0.1 – 0.2 – 0.5) ppm 60

Calcio (0.5 – 1.0 – 2.0 – 5) ppm 67

Magnesio (0.1 – 0.3 – 0.5) ppm 65

ANEXO 5

TIPOS DE TEXTURA

SUELOS DE TEXTURA GRUESA: a, aF, Fa

SUELOS DE TEXTURA GRUESA: FAa, F, FL, FA, Aa y L.

SUELOS DE TEXTURA GRUESA: A, AL, FAL

A: Arena

a: Arcilla

F: Franco

L: Limo

Laboratorio de Análisis y procesamiento. Unellez-Guanare.