

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

Facultad de Agronomía



**Uso de fuentes naturales en la fertilización del café
(*Coffea arabica*) var. Caturra en vivero como base para la
producción orgánica en la selva central del Perú**

Tesis para optar el título de:

Ingeniero Agrónomo

Ricardo Roberto Borjas Ventura

Lima – Perú

2008

ÍNDICE

| | Páginas |
|-----------------------------------|----------------|
| I.- Introducción | 6 |
| II.- Revisión de Literatura | 10 |
| III.- Materiales y Métodos | 32 |
| IV.- Resultados y Discusión | 43 |
| V.- Conclusiones | 66 |
| VI.- Recomendaciones | 67 |
| VII.- Bibliografía | 68 |
| VIII.- Anexo | 80 |

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica se fundamenta en una concepción natural del manejo de los recursos naturales por el hombre, e involucra elementos técnicos, sociales, económicos y agroecológicos. No es solamente la eliminación o sustitución de insumos sintéticos por insumos naturales, sino que busca reducir la dependencia de insumos externos, reducir o eliminar impactos ambientales y proveer alimentos naturales a mercados altamente competitivos y exigentes. La agricultura orgánica busca combinar prácticas ancestrales, como el uso de terrazas para retener suelo, o una gran gama de plantas, animales o microorganismos para mantener la fertilidad de agroecosistemas con tecnología y conocimientos avanzados de las últimas décadas (Soto y Muschler, 2001).

En el mundo la producción orgánica continua creciendo a un ritmo acelerado y los países latinoamericanos no son la excepción. De los 130 países que cultivan productos orgánicos en cantidades comerciales al menos 90 (69%) son países en desarrollo. Los países latinoamericanos con su amplia diversidad de climas, cultura, flora y fauna ofrecen una cantidad considerable de productos orgánicos cuyas áreas de cultivo y volúmenes de producción se espera que sigan creciendo, porque la demanda aún no está satisfecha (Jaime y García, 2002).

El marco descrito anteriormente ha permitido el desarrollo de la caficultura orgánica como una alternativa a la que muchos países de América Latina han recurrido para enfrentar la crisis que afecta a este producto a nivel mundial. Probablemente porque en la región andina el uso de abonos orgánicos tiene una rica tradición, algunas veces con adaptaciones muy particulares a las condiciones locales (Benzing, 2001). Esto es muy importante si consideramos que el café es el producto tropical más importante a nivel mundial y se ha estimado que alrededor de 100 millones de personas trabajan directa e indirectamente en esta cadena de producción.

En el Perú, el 17% de la superficie sembrada con café (estimada en unas 300,000 hectáreas), se maneja con agricultura orgánica. Esta estrategia no sólo responde a factores asociados con el cuidado del medioambiente, sino también a la tendencia del mercado consumidor y al mejor precio (20% más que el café convencional) que se ofrece por un producto de calidad, inocuo y libre de contaminantes (Junta Nacional del Café s/f).

En nuestro país, se estima que el rendimiento promedio es de café de 15.6 qq/ha (MINAG s/f) y si consideráramos que a nivel mundial se estima que el rendimiento de un cultivo bajo sistema de producción orgánica es 30% menor que el que se obtiene con sistemas de producción convencional, el rendimiento promedio del café orgánico sería de apenas 10 qq/ha. (Junta Nacional del Café)

Entre los factores que explican estos bajos rendimientos, destacan la ausencia de un control de las plagas y enfermedades y el abonamiento de las plantas. Arcila y Farfán (2007) señalan que para la expresión de un sistema de producción, se requiere de un

programa de manejo de la nutrición adecuado y eficiente, que garantice el suministro de las cantidades de nutrimentos necesarios para mantener una máxima productividad y rentabilidad del cultivo y que además minimice el impacto ambiental. Por ello, diversos investigadores a estudiar y mejorar los llamados abonos orgánicos u otras fuentes naturales para garantizar un abonamiento que permita cubrir las necesidades mínimas de la planta cultivada. Entre las fuentes naturales que podemos usar para la producción de café orgánico se encuentran el Guano de Islas, Compost, Ulexita, Sulfato de Potasio, Sulfato de Zinc, Sulfato de Cobre, Sulfato de Manganeso, Roca Fosfórica, Kieserita y Dolomita. Estos productos son conocidos comercialmente y su uso está permitido por la normatividad internacional para este rubro; pero es necesario conocer adecuadamente su efecto sobre el cultivo de café.

Considerando la necesidad de estudiar el abonamiento adecuado del café en el Perú, se viene desarrollando el proyecto de investigación "*Selección de fuentes naturales para la fertilización de café en el marco de una agricultura orgánica*" que cuenta con el apoyo económico de INCAGRO y tiene una duración de tres años (2006 - 2008). Dentro de este marco, este trabajo de tesis se realizó con los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de la fertilización con N, P, K, Mg, B, Zn y compost, sobre la altura del café (*Coffea arabica*) var. Caturra en vivero en Chanchamayo, selva central del Perú.

- Determinar el efecto de la fertilización con N, P, K, Mg, B, Zn y compost, sobre el diámetro de la planta de café (*Coffea arabica*) var. Caturra en vivero en Chanchamayo, selva central del Perú.

- Determinar el efecto de la fertilización con N, P, K, Mg, B, Zn y compost, sobre el número de hojas de café (*Coffea arabica*) var. Caturra en vivero en Chanchamayo, selva central del Perú.

- Determinar el efecto de la fertilización con N, P, K, Mg, B, Zn y compost, sobre el peso de la planta de café (*Coffea arabica*) var. Caturra en vivero en Chanchamayo, selva central del Perú.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1- Aspectos generales sobre el café

El cafeto (*Coffea arabica* L.) es la planta estimulante más difundida en el mundo, es oriunda de Abisinia (actual Republica de Etiopía), situado en la parte nororiental del continente africano (Barrenechea, 1986). La introducción al continente americano se hizo en 1717, con semillas provenientes principalmente de Surinam. Primero llegó a las islas del Caribe (principalmente Haití), luego a Cuba (León, 1968) de donde pasó a Sudamérica. Al Perú se introdujo a mediados del siglo XVII, pues algunos estudios señalan que ya en 1760 se encontraban plantas silvestres de café en el valle de Chinchao, en el departamento de Huánuco (Barrenechea, 1986).

El café pertenece a la familia de las Rubiaceas que tiene 500 géneros y 8000 especies. Uno de los 500 géneros de esta familia es *Coffea*, constituido por árboles, arbustos y bejucos; comprende unas 10 especies cultivadas y 50 especies silvestres (Chalarca, 1987). La planta se caracteriza por tener un buen crecimiento radicular, la raíz principal puede llegar a crecer hasta 50cm de profundidad (Guharay *et al*, 2000; Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1994) y desarrolla raíces verticales laterales que van desde los 2.50m a 5.0m (Utimenko-Bakumovski, 1980). El 90% de raíces pequeñas, se encuentran en los primeros 30cm del suelo (Guharay *et al*, 2000; Cenicafe, 1994).

El tallo tiene una altura que va desde 3.0m a 8.0m, las ramas son largas, delgadas y horizontales. Las hojas son enteras, persistentes, opuestas, de superficie lisa y lustrosa; con una longitud de 10cm a 15cm de largo y de 3cm a 5cm de ancho. Las flores son de color blanca, muy olorosas y están agrupadas de 3 a 18 en las axilas de las hojas (Utimenko-Bakumovski, 1980). El fruto, es una drupa esférica, carnosa, de matiz rojo, negrusco o amarillento; la parte exterior es jugosa y de sabor dulce (Guharay *et al*, 2000; Utimenko-Bakumovski, 1980).

En el mundo existen dos especies comerciales: *Coffea arabica*, conocida también como “arabica” que representa el 70% de la producción mundial y *Coffea canephora*, conocida como “robusta” que representa el 30% de la producción mundial (Castañeda, 2004). En el Perú, entre las principales variedades sembradas de *Coffea arabica* está la “Caturra” que es originaria de Minas Gerais y es el resultado de una mutación de la variedad Bourbon (Asociación Nacional de café, 1998). Es de porte pequeño con entrenudos cortos y quebradizos (Aliaga y Bermúdez, 1985; Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1994; Asociación Nacional del café, 1998), las hojas maduras son anchas, con bordes ondulados (Asociación Nacional del café, 1998). Es una variedad que no soporta condiciones adversas y requieren un excelente manejo (Aliaga y Bermúdez, 1985).

2.2- Vivero

Es una instalación destinada a obtener plántones vigorosos en cantidad necesaria para transplantarla al campo definitivo (Chávez y Suárez, 1997). Para establecer el vivero se debe escoger un terreno lo más plano posible, con buen drenaje, que no tenga

piedras o grava, a fin de que la raíz no crezca torcida, que tenga cerca una fuente de agua para facilitar el riego durante la época de sequía; que esté lo mas cerca posible del terreno al que se transplantaran los cafetos (Café Perú, 1978); además de estar protegido contra animales y personas extrañas al manejo del cafetal (Chávez y Suárez, 1997).

El vivero debe tener una capacidad 10% mayor que el número de cafetos que se quieran aprovechar, así por ejemplo si se necesita obtener 2000 cafetos aprovechables, el vivero deberá producir 2200 plantas (Café Perú, 1978). La fase de vivero dura siete meses, dos meses en la etapa de germinadores y cinco meses en la cama de almácigo (Castañeda, 2004).

2.2.1- Etapa de germinadores

En esta etapa tenemos que tener semillas sacadas de frutos maduros y sanos, que provengan de una planta madre vigorosa, que garantice la pureza varietal y que sea resistente a plagas y enfermedades (Guharay *et al*, 2000). La planta madre debe tener entre 6 y 7 años; también, debe presentar una producción alta y estable. Las cerezas pequeñas, deformes, enfermas y vanas, deben eliminarse (Chávez y Suarez, 1997), la semilla deben tener entre 14 y 16mm de largo y entre 6 y 7mm de ancho (Castañeda, 2004).

La etapa de germinadores va desde la siembra hasta que la plántula está en estado de “mariposa”, período durante el cual transcurren aproximadamente 48 días (Castañeda, 2000). En El Salvador las plántulas están aptas para el transplante de los

60 a 90 días después de la siembra (Napolion, s/f). Sin embargo, para algunos especialistas, la fase germinadores termina cuando las plántulas están en estado de “palito de fósforo”

La cama de germinadores debe estar preparada con tierra negra, arena lavada de río o una mezcla de las dos anteriores (Castañeda, 2004; Guharay *et al*, 2000). La desinfección del sustrato se debe realizar con agua hervida o cal (Guharay *et al*, 2000) y la altura de la cama de almácigo debe estar entre 20 y 30cm con la finalidad de que las gotas de lluvia no alcancen a la planta (Guharay *et al*, 2000).

La siembra se realiza generalmente al voleo (Castañeda, 2000). Sin embargo para la prevención de enfermedades también se puede realizar con un distanciamiento de 2.5cm entre plantas y por lo menos 10cm entre surcos; es decir una siembra rala para que las plántulas tengan suficiente aireación y que el medio ambiente no sea favorable para los organismos patógenos (Guharay *et al*, 2000). Luego se cubre la semilla con una capa de sustrato (1 a 2cm), el material vegetal debe ser cubierto con sacos de yute o material vegetal (Castañeda, 2000; Napoleón, s/f). En cuanto al riego, hay que tener especial cuidado ya que un exceso de agua puede ocasionar la presencia de “chupadera” fungosa (Castañeda, 2000).

A los 40 días de sembrado se quita la cubierta que se puso en la cama, con lo cual se ayuda a desarrollar la cabeza de fósforo; además de evitar el ataque de la “chupadera”; a los 8 días las cabezas de fósforo están listas para ir al almácigo. El objeto de hacer germinadores es producir plántulas al estado de “cabezas de fósforo”

con raíces rectas y sanas. Se recomienda eliminar las “cabezas de fósforo” con raíces torcidas (Castañeda, 2000).

2.2.2- Almacigo

Es la fase donde se repican las plántulas de café, en estado de “cabeza de fósforo”, el cual puede hacerse en camas de almacigo a raíz desnuda o en bolsas de polietileno; dura de 4 a 5 meses y va desde la “cabeza de fósforo” hasta que el plantón tiene de 4 a 5 pares de hojas (Castañeda, 2000); otros autores sugieren que esta etapa termine cuando el plantón tiene de 5 a 6 pares de hojas verdaderas. En este momento adquiere importancia la raíz, ya que a través de ésta la planta puede absorber sustancias minerales; con esto aseguramos el buen desarrollo de tallos, hojas y el resto del sistema radicular (Castañeda, 2000).

El arranque de plántulas debe ser cuidadoso, para evitar que sufran daño; seleccionar únicamente aquellas con buen desarrollo, sanas y con buen sistema radicular (Napolion, s/f). Cuando se coloquen las plántulas en las bolsas del almacigo se tiene que ajustar la “cabeza de fósforo” para que no queden bolsas de aire (Castañeda, 2000).

Las bolsas a usar en el almacigo deben ser de color negro, tienen que estar ubicadas bajo un tinglado que deje pasar un 60% de luz; a partir del segundo mes se va sacando la sombra poco a poco y al quinto mes se la retira totalmente (Castañeda, 2000); si no se maneja bien la sombra se puede tener problemas con la roya del café causada por *Hemileia vastatrix* (Guharay *et al*, 2000). Cuando aparece el segundo

par de hojas, se empieza a abonar vía foliar y el control de malezas se realiza manualmente (Castañeda, 2000).

El sustrato que se coloca en la bolsa almaciguera debe estar compuesta por la mezcla de tierra negra, guano de corral y roca fosfórica (Castañeda, 2000); aunque también se puede usar la pulpa de café (Guharay *et al*, 2000). Información llegada del Brasil indica que se puede usar estiércol de gallina, además de superfosfato simple, potasio y dolomita (Carvajal, 1984). La desinfección del sustrato es fundamental ya que, si no se hace bien esta labor podemos tener problemas de nemátodos, para esto se recomienda tratar la mezcla con agua caliente, solarizarla o enmendarla con cal o ceniza para que no lleve hongos o nemátodos (Guharay *et al*, 2000).

2.3- Abonos

Todas las plantas, necesitan minerales para su desarrollo normal y mejor rendimiento; éstos hacen posible que se cumplan las funciones físicas, químicas y biológicas necesarias para el crecimiento vegetativo, la floración, la formación de granos y/o tubérculos. Las plantas absorben y usan los nutrientes en forma inorgánica, las fuentes usadas comercialmente pueden ser sintéticas y naturales. Dentro de las fuentes sintéticas podemos citar la urea, fosfato di amonio, nitrato de potasio y otros; entre las naturales tenemos compost, guano de la isla, etc. El resultado de su empleo suele ser un aumento en el rendimiento de las cosechas, algunas veces espectaculares (Simsonp, 1991).

Cada nutriente tiene un papel esencial para el buen funcionamiento de la planta, así tenemos que el nitrógeno es un constituyente importante de compuestos y complejos orgánicos de la planta. Como ejemplo, se pueden citar aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, aminos, etc. El contenido de la planta en nitrógeno varía entre el 2 y el 4% de la materia seca, de este un 80-85% corresponde a la proteína y un 10% a los ácidos nucleicos (Domínguez, 1984). De igual manera se puede hablar del fósforo que cumple un rol esencial en la formación del sistema de raíces y flores, así como en el crecimiento y maduración de los frutos. La deficiencia de fósforo se presenta generalmente en hojas más viejas, donde se presentan manchas amarillas con coloraciones rojas, mientras que las hojas nuevas muestran menor crecimiento. En casos severos se produce una caída total de las hojas en las ramas que tiene frutos en maduración (Figuroa *et al.*, 1996).

En el caso del potasio este es requerido en grandes cantidades para el crecimiento de la planta de café y aun más para su fructificación. Siendo este el elemento que se encuentra en mayor proporción en el fruto, el cafeto formará pocas flores y un menor número de frutos maduros en caso de deficiencia. En casos severos las ramas empiezan a secarse por las puntas y las hojas se desprenden con facilidad hasta ocasionar la muerte de las ramas (Figuroa *et al.*, 1996).

Xiuchong *et al* (2007) en un experimento realizado en el cultivo de mango en China, encontraron que aplicando 400 g de nitrógeno/árbol se produjo 5.7 más frutos/árbol, con un incremento de 9 g/fruto, en comparación de 300g de nitrógeno/árbol. En el caso del fósforo tenemos que la aplicación de 125kg de P₂O₅/ha, en comparación del tratamiento sin fósforo, produjo 8.1 más frutos/árbol y con un incremento de

8g/fruto, lo cual es una diferencia significativa. Al comparar la aplicación de 320gr. de K_2O /árbol con el tratamiento sin K, se determinó que los árboles fertilizados con potasio tuvieron 10.9 más frutos/árbol que pesaron 10.9g más por fruto.

Los elementos anteriormente nombrados (nitrógeno, fósforo y potasio) pertenecen a los denominados elementos mayores ya que son requeridos en mayor cantidad por la planta; pero, también tenemos los denominados microelementos, como el Boro y el Zinc que son los más importantes para el desarrollo de la planta de café a nivel de vivero. El Boro es aplicado en los cultivos para la traslocación de elementos como el calcio que es poco móvil en la planta. El boro contenido en las plantas oscila entre 20 y 200 ppm de materia seca. Los síntomas corrientes de deficiencia de boro según las especies analizadas son: amarillamiento de las hojas extremas de la alfalfa, zonas negras dentro de los tallos de las coles, hojas rojas en el trébol ladino, tallos agrietados en apio, hojas poco desarrolladas en el maíz, muerte de los puntos de crecimiento de la lechuga, manchas castañas al interior de los nabos y de otras raíces, amarillamiento y rizadura de la hoja de tomate, encharcamiento interno de las manzanas (Firman, 1969).

La mayor parte del boro disponible en el suelo es suministrado por la fracción orgánica, y es retenido así más bien apretadamente. Cuando se descompone la materia orgánica se libera el boro; una parte es tomada por la planta y la otra se pierde por filtración. Algo de boro es suministrado por el barro y su pérdida en las regiones húmedas con suelos de textura fina es generalmente menor que en suelos de textura gruesa (Tisdale y Nelson., 1991).

Dentro de este grupo de elementos menores también se encuentra el zinc, usado para aumentar el tamaño de la planta. La planta tiene una proporción muy pequeña, generalmente no supera las 100 ppm en la materia seca. Los cultivos más sensibles son: maíz, cebolla y sorgo. El síntoma más característico de la deficiencia es la clorosis progresiva entre las nervaduras de las hojas jóvenes. Además se reduce el desarrollo de las hojas y del tallo, con frecuencia hay arrosetamiento de brotes (Domínguez, 1984).

La solubilidad del zinc aumenta en los suelos ácidos y disminuye en los alcalinos. Cuando el pH es superior a 6.0 pueden ocurrir deficiencias de este elemento. Varios investigadores han observado que la concentración elevada de fósforo en el suelo tiende a reducir la disponibilidad del zinc. Por otra parte, cuando aumenta la riqueza del suelo en zinc se reduce en ocasiones la absorción de fósforo (Thompson, 1982).

El magnesio; es un constituyente de la clorofila, por lo que una parte apreciable del contenido total de la planta se halla en los cloroplastos de las células de las hojas. El contenido normal en la planta, expresado en materia seca, es del orden de 0.5%. Como componente de la clorofila realiza un papel prioritario en la fotosíntesis. Sin embargo, una función importante de este elemento es la de actuar como complemento de todas las enzimas que activan el proceso de fosforilación mediante la formación de un enlace entre la estructura pirofosfato de ADP o ATP y la molécula de la enzima (Domínguez, 1984).

2.3.1 Abonos de origen sintético

Entre los fertilizantes utilizados en agricultura orgánica pero de origen sintético tenemos al Sulfato de Potasio, este ha sido estudiado por Redondel *et al* (s/f) quienes lo compararon con el Cloruro de Potasio en semilleros de tabaco. Ellos no encontraron diferencias estadísticas entre estos dos tipos de fertilizantes; pero si encontraron una mejor respuesta cuando se comparó la aplicación de potasio (sin importar la fuente) con el tratamiento sin este elemento. Igualmente se pudo evidenciar que las plantas aptas para el transplante se redujeron significativamente sin el aporte de potasio.

Sánchez *et al* (2005), en un experimento realizado para medir el rendimiento de una plantación comercial de cacao ante diferentes dosis de NPK (usando urea, superfosfato triple y sulfato de potasio), encontraron que la producción del testigo (sin NPK) fue estadísticamente igual al resto de los tratamientos con diferente dosis de NPK, denotando la falta de respuesta de las plantas al fertilizante. El ensayo se repitió por tres años consecutivos y solamente en una campaña se detectó un incremento de la producción por aplicación de fertilizantes.

Avilán y Rodríguez (1973), realizaron ensayos de fertilización en algodón y maíz con sulfato de amonio, superfosfato triple y sulfato de potasio; encontrando una respuesta favorable de los tratamientos con NPK en comparación de un testigo, sin NPK. También encontraron que la respuesta al sulfato de potasio, comparado con el testigo, fue menor a las obtenidas con el sulfato de amonio y el superfosfato triple.

Machado y Dávila (1996) al probar los efectos de la fertilización con NPK, micronutrientes y gallinaza en el establecimiento de la asociación alfalfa y kikuyo, encontraron que la producción de alfalfa aumentó significativamente mientras que la del kikuyo disminuyó significativamente debido al suministro de micronutrientes. Además la producción de alfalfa y alfalfa + kikuyo aumentó significativamente al incrementarse el nivel de gallinaza.

2.3.2 Abonos de origen orgánico

La materia orgánica del suelo esta constituido por todo tipo de residuos orgánicos (vegetal o animal) que es incorporado al suelo (Guerrero, 1993); la presencia de materia orgánica en los suelos es muy variable y está condicionada en primera instancia por el clima y al vegetación y localmente se ve determinado por la fisiografía, la naturaleza del material madre que genera el suelo y el sistema de manejo (Zavaleta, 1982).

En café, ha sido sugerido el uso de la pulpa del fruto tanto en almácigo como en plantaciones comerciales (Uribe, 1977; Bressani y Brahan, 1978; Crespo, 1996). La mayor parte de los autores (Mestre, 1973; Figueroa *et al.*, 1996; Castañeda, 1997) recomiendan usar una mezcla de pulpa y tierra en una proporción 1:1; aunque una relación 1:3 también ha sido recomendada (Valencia, 1972). Algunos autores señalen incluso que es posible aplicar pulpa fresca, llevándola directamente de los pulperos a los cafetos (Bressani y Brahan, 1978).

En Chanchamayo, selva central del Perú, se evaluaron diferentes mezclas de gallinaza, pulpa de café, materia orgánica de bosque primario y tierra de bosque primario. Los mejores sustratos, para la mayoría de los parámetros evaluados (altura, diámetro, peso fresco y peso seco de planta), resultaron de mezclar 40% gallinaza + 60% tierra de bosque primario; 40% materia orgánica de bosque primario + 60% tierra de bosque primario; 60% materia orgánica de bosque primario + 40% tierra de bosque primario y 100% tierra de bosque primario (Julca *et al.*, 2002).

La materia orgánica fresca tiene una función especial, porque facilita la obtención de fósforo del suelo en los suelos ácidos. Al descomponerse, la materia orgánica libera citratos, oxalatos, tartratos y lactatos que se combinan con el hierro y el aluminio con más rapidez que el fósforo. El resultado es la formación de un número menor de fosfatos insolubles de hierro y aluminio y la disponibilidad de más fósforo para la planta (Tamhane y Motiramani, 1986); aunque otros autores como Guerrero (1993) manifiestan que no se debe usar el estiércol fresco debido a que este puede tener gérmenes de enfermedades, semillas de malas hierbas que pueden diseminarse alrededor del cultivo.

Diversos autores han reportado que el uso de abonos orgánicos tiene un efecto favorable sobre el crecimiento longitudinal de las plantas de café (Valencia, 1972; Castellón *et al.*, 2000; Romero *et al.*, 2000). También se ha encontrado un aumento en el peso fresco (Valencia, 1972) y en el peso seco de café (Castellón *et al.*, 2000; Romero *et al.*, 2000).

En otros cultivos también se ha evaluado el efecto la materia orgánica o de productos derivados de ésta, sobre el crecimiento de la planta o la producción. Así por ejemplo, Businelli *et al.* (1990) encontraron un aumento del peso y altura de la planta, longitud de la mazorca y rendimiento de grano en maíz, cuando aplicaron 100, 300 y 900 kg/ha de residuos sólidos urbanos (RSU) compostados, junto con aplicaciones complementarias de NPK. De la misma manera, Climent *et al.* (1990), al añadir 18 y 36 t/ha de RSU compostado y con una relación C/N, corregida con la aplicación de fertilizante nitrogenado mineral, lograron incrementar el rendimiento de papa en un 25% con relación al control.

Otros investigadores, como Lungu (1993), trabajaron con estiércol de granja con y sin limo, para evaluar su efecto sobre el crecimiento del maíz, el pH del suelo y el aluminio intercambiable en un suelo ácido con un pH inicial de 3,9 - 4,3 y 1,3 cmol/kg de aluminio intercambiable. El limo (3-6 t/ha) fue aplicado solamente al inicio de la campaña, mientras que el estiércol de granja (30 t/ha) se aplicó durante toda la campaña. Los resultados demostraron que las más altas reducciones de aluminio intercambiable y el incremento del pH de la capa arable del suelo, en una unidad, se obtenían con la aplicación del estiércol solo o en combinación con 3 t/ha de limo. Igualmente, el crecimiento y la producción se incrementaban significativamente con estiércol solo o mezclado con limo.

Según Oré (1995) la aplicación de abonos orgánicos, en sorgo, incrementaron el contenido de materia orgánica y nitrógeno del suelo, siendo la gallinaza la mejor (en comparación del compost de leguminosas y de guano de vacuno); además fue el que liberó mas amonio por lo que produjo una mayor nitrificación. El suelo de

Yurimaguas (pH: 5.2) tuvo una mejor respuesta a los abonos orgánicos incrementando la materia orgánica y el nitrógeno total; se produjo también una mayor nitrificación.

En España, Hernández (1996) trabajó con sustancias húmicas extraídas de residuos municipales (lodos de aguas residuales y un compost) y otras provenientes de materiales más humificados (leonardita, turba y un ácido húmico comercial) para conocer su efecto sobre la planta y la absorción de nutrientes en un cultivo hidropónico de cebada, encontrando que el efecto de ambos grupos de sustancias húmicas fue similar, tanto en el crecimiento como en la absorción de nutrientes. Las dosis de 10 mg de C/l, favorecieron el crecimiento de las plantas, mientras que las dosis más altas a veces lo inhibieron. También señaló que las sustancias húmicas favorecieron más el desarrollo de la parte aérea que el de la raíz. La absorción de macronutrientes (N, P, K) fue significativamente afectada por la adición de sustancias húmicas, pero diferente para cada uno de los nutrientes. La absorción de nitrógeno, por ejemplo, fue estimulada por las dosis más bajas, ocurriendo lo contrario al incrementar las dosis. En el caso de los micronutrientes, la absorción también fue mayor con las dosis más bajas, mientras que las dosis mayores a 10 mg de carbono/L lo inhibieron. Esto probablemente fue una de las causas de la depresión del crecimiento observado con las dosis más altas.

Navarro (1992), evaluó el efecto de lodo de depuradora de una planta de tratamiento de aguas residuales en el cultivo de tomate. El lodo fue secado y estabilizado durante cinco meses y luego fue aplicado en un suelo calizo a una dosis de 0,5 kg/m².

Se obtuvo un incremento en el número de frutos en un 56% y el peso de frutos/planta en casi un 63%.

Los resultados favorables que se obtienen cuando se aplican materiales orgánicos sobre las plantas, ha sugerido la necesidad de intentar explicar mejor las razones de este efecto. Young (1997) señaló que se ha demostrado que los ácidos húmicos contienen muchos tipos de compuestos nitrogenados. Además, aisló a partir del suelo y de sustancias húmicas de diversas procedencias, las poliaminas, que son compuestos que funcionan como reguladores de crecimiento de las plantas, por lo que sugirió que su presencia en las sustancias húmicas podría explicar la actividad parecida a hormonas de dichas sustancias.

Otra sustancia que también podría estar involucrada es el etileno. Este regulador del crecimiento vegetal es producido por las plantas y los microorganismos del suelo (Tang, 1993). En este sentido, se ha encontrado un aumento significativo del etileno cuando aplicó residuos de corral de aves, compostados y no compostados, sobre suelos del oriente de Arkansas y bajo condiciones de inundación. La mayor producción de etileno por gramo de C adicionado, la obtuvo con el material no compostado, lo cual podría explicarse por las diferencias en la biodisponibilidad del C en los dos materiales evaluados (Tang, 1993).

Abad (1993) señala que los ácidos húmicos y fúlvicos tienen un efecto positivo sobre muchas funciones de la planta, a nivel de células y órganos. Warman (1998) encontró que los suelos fertilizados convencionalmente son generalmente altos en P y K,

mientras que los suelos fertilizados con compost tienen un mayor contenido de C, Ca, Mg, Mn, Cu y Zn.

A pesar de la información favorable al empleo de materiales orgánicos, éstos siempre deben ser usados con prudencia y teniendo en cuenta todas las consideraciones pertinentes, ya que por ejemplo Cegarra *et al.* (1983) señalan que los residuos vegetales, cuando son añadidos a los suelos pueden requerir de aporte suplementario de N para que los procesos de mineralización se desarrollen adecuadamente. Esto sucede como consecuencia de la elevada relación C/N que posee el residuo. Por ello, un riesgo que se puede plantear es la demanda inicial de nutrientes para activar los procesos biológicos que actúan sobre los restos de cosecha adicionados.

Zeng *et al.* (1993) tuvieron este problema cuando aplicaron altos niveles de leño de corral, como enmienda de suelo, en trabajos de campo y en parcelas con *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*. En ambos casos, el crecimiento de la planta disminuyó cuando aumentó la cantidad de leño, material que inmovilizó el nitrógeno y redujo su disponibilidad para las plantas. En las parcelas, ambas especies tuvieron una baja producción en la primera cosecha, pero ésta fue mucho más alta en la segunda cosecha, indicando que la inmovilización del nitrógeno decrece con el tiempo. Además, observaron que en parcelas mejoradas con leño, el crecimiento de *M. sativa* fue superior al de *D. glomerata*, debido a su capacidad para fijar nitrógeno. El leño proporcionó nutrientes minerales y materia orgánica al suelo, disminuyó la densidad del suelo y también mejoró sus propiedades para retener la humedad. Los problemas causados por la inmovilización de nitrógeno han llevado a algunos autores como Hernández *et al.* (1983), a no recomendar la siembra durante el periodo de

mineralización más acentuada, con el fin de evitar que se produzcan necesidades de nitrógeno para la planta debido a la competencia estrecha por este nutriente entre los microorganismos y el vegetal cultivado.

2.3.2.1 Roca fosfórica

La roca fosfórica se puede usar como fuente de fósforo en agricultura orgánica. El Perú cuenta con una de las mayores reservas de fosfato del mundo (15% del total de reservas) ubicadas en el desierto de Sechura, las reservas potenciales de Bayovar se estiman en 10000 millones de toneladas (Alegre y Chumbimune, 1992). La efectividad agronómica de la roca fosfórica está relacionada con su solubilidad y ésta a su vez es dependiente de (a) pH del medio, (b) actividad del ión calcio en la solución del suelo, (c) contenido de materia orgánica, (d) grado de sustitución de carbonato de la roca fosfórica y (e) tamaño de partícula o finura. La reacción del suelo o pH, actividad del calcio y materia orgánica, corresponden a características del suelo; el grado de sustitución de carbonatos y finura corresponden a características de la roca fosfórica.

Comparando con rocas fosfóricas de otros lugares la de Bayovar resulta ser la más reactiva (Khasawneh y Doll, citado por Aguirre, 1993). El uso de la roca fosfórica como fertilizante fosfatado de baja o mediana solubilidad, dependiendo de su composición, se considera la fuente fósforo más económica para los suelos ácidos (Casanova; citado por Ramírez, 2006) y diversos investigadores han realizado estudios agronómicos.

Aguirre (1993), en el cultivo de papa, comparó fuentes solubles de fósforo (fosfato diamónico, superfosfato triple y superfosfato hiperusa) con fosfatos poco solubles (roca fosfórica molida y sin moler, y fuentes orgánicas como guano de isla y fosfohumus). Ellos encontraron que en las variedades Cica y Perricholi, los fosfatos solubles fueron superiores a los poco solubles; pero los poco solubles fueron significativamente superiores al testigo sin fósforo.

Caruzo y Reyes (2002) en Pucallpa probaron dos cantidades de roca fosfórica (100 y 150 Kg/ha de P_2O_5) en *Stylosanthes guianensis* y *Centrosema macrocarpum* y encontraron que a los cinco meses *S. guianensis* superó en biomasa seca a *C. macrocarpum*; esta segunda especie produjo la mayor cantidad de semilla con 150Kg/ha. En coco amarillo también se ha reportado un efecto favorable de la roca fosfórica sobre el crecimiento en suelos ácidos de Zulia (Venezuela), tal como lo reportan More *et al*, citados por López *et al*. (1991).

Casciani y Gambaudo (2007) en un experimento realizado en un suelo de pH: 5.7 comparó un fertilizante compuesto (MRD 2500 + Ca, Mg, S, Zn, Mn, Fe y B) con y sin roca fosfórica en una secuencia trigo –soja. Los resultados mostraron que los tratamientos con MRD 2500 y MRD 2500 + roca fosfórica, fueron estadísticamente superiores al testigo (sin abonamiento). Estos dos tratamientos fueron estadísticamente similares para trigo; en el caso de la soja tampoco se encontraron diferencias significativas, aunque se observó una tendencia favorable a favor de la roca fosfórica.

2.3.2.2. Compost

El compost, es un abono orgánico que resulta de la descomposición del estiércol de animales con residuos vegetales, los cuales han sido mezclados en una pila y se deja en reposo por unos días para que actúen sobre el millones de microorganismos (bacterias, hongos, actinomicetos, etc.) que descomponen estos residuos (Sánchez, 2003); a este proceso se le denomina compostaje. Para que este proceso sea favorable es necesario crear las condiciones ideales para la actividad microbiana como la cantidad de agua adecuada, oxígeno y una alimentación balanceada; los sustratos son la única fuente de alimento para los microorganismos descomponedores. Si el sustrato tiene una relación C/N muy alta, se retarda el proceso de descomposición; mientras que si es muy baja, hace que se pierda el nitrógeno por falta de estructuras de carbono que permitan su retención. Así mismo tenemos el tamaño de las partículas del sustrato (granulometría), la disminución del tamaño de partículas aumenta el área de contacto y por consiguiente la actividad microbiana y con ello la degradación de los materiales (Soto y Muñoz, 2002).

Keeling (1994) aplicó compost derivado de basura doméstica sobre ryegrass (*Lolium multiflorum*) y encontró que la fracción del compost con compuestos de alto peso molecular tuvo propiedades que estimularon el crecimiento de la planta, mientras que la fracción de bajo peso molecular causaba fitotoxicidad. Tan (1994), al evaluar la interacción ácidos húmicos - apatita y su disponibilidad para el crecimiento del maíz, encontró las mayores cantidades del ión fosfato a un pH de 5, en comparación con un pH de 7, y los mejores resultados en el crecimiento de la planta se lograron con apatita + ácidos húmicos en un pH de 5.

Pinamonti (1998), usó compost como mulch en viñedos y encontró un incremento del contenido de materia orgánica, de fósforo disponible y del potasio de cambio en el suelo; también mejoró la porosidad y la capacidad de retención del agua. Las plantas de vid, mostraron un aumento en la concentración de K en hojas, pero una disminución en el nivel de P, Ca y Mg. El contenido de N, Fe y Mn, no cambió significativamente durante el experimento. El crecimiento de las plantas mejoró durante el primer año, pero decreció con el tiempo y la producción de uva sólo fue significativamente mayor el primer año de evaluación. El potasio total y el ácido tartárico del mosto aumentó significativamente, pero los otros parámetros evaluados no manifestaron cambios significativos.

En un ensayo similar al anterior en viñedos jóvenes en Australia, Buckerfield y Webster (1998), encontraron que, el diámetro del tronco y la longitud de brotes, fueron mayores cuando había mulch de compost. También la producción de uva se incrementó considerablemente, los grados brix aumentaron ligeramente, pero no hubo cambios significativos en el pH del zumo y en la acidez titulable.

Alarcón (1981) en una investigación en los cultivos de vainita y tomate, encontró que comparando distintos tipos de compost (estiércol + roca fosfórica; estiércol + CaCO_3 ; estiércol + CaCO_3 + nitrógeno; estiércol + roca fosfórica + nitrógeno; activador biológico + CaCO_3 y activador biológico sólo) no había diferencias significativas entre los diferentes tipos de compost.

Milanes *et al* (2005) evaluaron el efecto de compost y del humus de lombriz sobre la producción de capítulos florales en las especies *Calendula officinalis* L. y *Matricaria*

recutita L. encontraron que los cultivos responden positivamente al abono orgánico y que el humus de lombriz tuvo un efecto superior sobre el rendimiento en masa vegetal.

2.3.2.3. Guano de Isla

El guano de isla es una mezcla de excremento de aves, plumas, restos de aves muertas, etc. los cuales pasan por un proceso de fermentación muy lenta, lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales. El guano a sido considerado como uno de los mejores abonos naturales y muy útil para el desarrollo agrícola; aporta nitrógeno bajo tres formas principales: 0.1% en forma nítrica asimilable directa e indirectamente; 3.5% en forma amoniacal de rápida evolución y 10 - 12 % en forma húmica de evolución lenta (Guerrero, 1993).

Castro (2001), evaluó en maíz y beterraga el efecto de mezclas de guano de islas con fertilizantes minerales y con abonos orgánicos y encontró que los rendimientos favorables correspondieron a las mezclas orgánico-minerales, comparadas con la mezcla tradicional (urea + súper triple + cloruro de potasio).

2.3.2.4. Ulexita

Es una fuente natural de boro descubierta por el químico alemán G. L. Ulex .La podemos encontrar en depósitos de playa y en salinas de regiones áridas; así como también en depósitos de yeso asociada con otros boratos (Anónimo s/f). Rodriguez y Cesar (s/f) realizaron un experimento para medir el efecto del boro en la producción

y calidad de frutos de "Laranjeira pera" (*Citrus sinensis*) usando diversas fuentes como ulexita en polvo, colemanita, ulexita granulada, termofosfato magnesiano con boro y ácido bórico. Todos los tratamientos tuvieron rendimientos mayores en comparación con el testigo sin boro, además el diámetro de los frutos aumentó a medida que se incrementó la solubilidad de las fuentes de boro. Pero el grosor de la cáscara no se vio afectado por ningún tratamiento. En el Perú es comercializada por la Cooperativa cafetalera La Florida.

2.3.2.5. Kieserita

La Kieserita es una fuente natural de magnesio y su uso también es aceptado en agricultura orgánica. Fue encontrado en depósitos marinos del desaparecido mar de Zechtein (Alemania), como un componente del Hartsalz (sal dura), una mezcla mineral compuesta de NaCl, KCl y $MgSO_4 \cdot H_2O$. Recibe el nombre de kieserita, en honor al profesor Kieser, presidente alemán de la Academia de Jena y que fue el primero en describir las características extraordinarias del Sulfato de Magnesio con una molécula de cristal de agua ($MgSO_4 \cdot H_2O$) (Anónimo, s/f). En el Perú es comercializada por Farmex S. A.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1- Lugar

El ensayo se realizó en el Fundo “La Génova” (LS: 11°05.790’ y LO: 75°20.969’) de la Universidad Nacional Agraria La Molina; ubicado a una altitud de 965m en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

La temperatura y humedad relativa promedio registrada durante el periodo de estudio fue de 24.3°C y 72.9%, respectivamente. La Tabla 1 presenta la información mensual y la Tabla 4 del anexo, presenta mayor detalle sobre estos parámetros.

Tabla 1. Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) tomada mensualmente durante la fase de almácigo, en café var. Caturra *

| Mes | Mañana | | Medio día | | Tarde | |
|------------|--------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| | T | HR | T | HR | T | HR |
| Junio | 22.04 | 97.94 | 33.06 | 50.62 | 23.27 | 82.45 |
| Julio | 14.61 | 98.30 | 33.63 | 37.82 | 18.70 | 84.95 |
| Agosto | 17.52 | 95.17 | 35.28 | 33.67 | 20.23 | 85.42 |
| Septiembre | 17.90 | 96.64 | 33.19 | 29.66 | 21.77 | 82.17 |

* Datos tomados con un termoregistrador, de temperatura y humedad relativa, Sper Scientific modelo 800054

3.2- Materiales y Equipos

En este ensayo se usó semilla de café (*Coffea arabica*) var. Caturra, procedente s de plantas seleccionadas de una finca de Villa Rica. De cada planta se tomaron los frutos maduros ubicados en los dos tercios interiores de las ramas del tercio medio de la planta y se despulparon a mano para no dañar la semilla, luego se restregaron con ceniza para eliminar el mucílago y se lavó con agua corriente. Finalmente se secaron bajo sombra.

3.2.1- Materiales para el germinador

- Marco de madera (2.0m largo x 1.0m ancho x 0.2m de altura).
- Arena fina de río.
- Mantas de yute
- Postes de madera
- Hojas de Plátano

3.2.2- Herramientas.

- Carretilla
- Machete
- Pala
- Lampa
- Martillo
- Wincha de 30cm

- Cordel de 20cm
- Rastrillo de madera
- Baldes de plástico
- Regador
- Clavos de 2.5"

3.2.3- Materiales para el almácigo

- Mesas de madera (altura: 50cm. Ancho: 1m. Largo: 2m.)
- Malla tipo "Rashell" (40% de sombra)
- Bancas de plástico
- Regla
- Cernidor de malla metálica de 0.25cm²
- Manguera de plástico (40 m).
- Bolsas de polietileno color negro y 2 kg de capacidad.
- Sustrato (tierra de finca cafetalera)

3.2.4.- Equipos

- Balanza de precisión
- Estufa
- Computadora
- Vernier
- Cámara fotográfica digital



Figura 1. Principales actividades realizadas durante el ensayo en vivero con café var. Caturra en provincia de Chanchamayo, selva central del Perú.

3.3.- Métodos y procedimientos

3.3.1- Fase de campo

3.3.1.1- Germinadores

Esta fase empezó el veintitrés de febrero del 2006 y duró hasta el veinte de abril del 2006, es decir un total de 57 días y cuando las plántulas se encontraban en fase de “Palito de fósforo” y con el tallo color verde. La cama del germinador tuvo dos metros de largo, un metro de ancho y una altura de 20 a 25cm, como sustrato se usó arena fina de río, lavada.

La siembra fue al voleo (1 Kg/ m^2), luego de colocar las semillas en el sustrato se taparon con arena, se regó cuidadosamente. Finalmente, la cama se tapó con una manta de yute.

Para el tinglado se colocaron 6 postes de madera de 2.5m de alto, cada uno a 1.0m de distancia y enterrados a 0.5m de profundidad. Luego se cruzaron los travesaños y el techo se cubrió con hojas de palmera.

3.3.1.2 Almacigo

Esta fase empezó con el transplante del café en estado de “Palito de fósforo” y duró 4 meses, momento en que las plantas tuvieron 6 pares de hojas verdaderas. Las bolsas se han colocado en mesas de madera (0.8 x 1.2 x 2.2 m), y para contrarrestar los

excesos de lluvia y radiación solar se colocó un techo de malla rashell, a una altura de 2,0 m y que dejó pasar 60% de luz y mantuvo 40% de sombra.

Como sustrato se usó tierra de una finca cafetalera, seleccionada a partir de siete muestras de suelos procedentes de varias fincas cafetaleras del ámbito de Chanchamayo y Satipo, corresponde a un suelo procedente de un cafetal de aproximadamente 30 años de edad del Fundo “La Génova” y cuyas características se determinaron en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina y se presentan detalladamente en la Tabla 2. Las bolsas se llenaron con el sustrato, se adicionó la cantidad de abonos correspondientes, según los tratamientos a estudiar, y luego se colocó las plantas (1unidad/bolsa).

Tabla 2. Características del sustrato usado en el ensayo de café en vivero *

| Parámetro | Valor |
|---------------------------------|----------------|
| pH | 4.30 |
| Conductividad Eléctrica (dS/m) | 0.11 |
| CaCO ₃ (%) | 0.00 |
| Materia Orgánica (%) | 2.40 |
| P (ppm) | 48.30 |
| K (ppm) | 116.00 |
| Clase textural | Franco Arenoso |
| Capacidad Intercambio Catiónico | 10.72 |
| Suma de cationes | 5.92 |
| Suma de bases | 4.92 |
| Saturación de bases (%) | 46.00 |

* Resultado de análisis realizado en el Laboratorio de suelos- UNALM

3.3.1.3. Labores culturales

3.3.1.3.1 Riego

Esta labor se llevó a cabo procurando siempre mantener el sustrato en capacidad de campo. Para esto se utilizó una regadera que no asperjara gotas muy grandes, ya que estas pondrían dañar las plantas. El agua utilizada fue la que normalmente se consume en el Fundo “La Génova”.

3.3.1.3.2 Control de malezas

Esta actividad se realizó manualmente y en forma continua, por lo que generalmente no se presentaron problemas significativos de invasión de malezas.

3.3.1.3.3 Control de plagas y enfermedades

Durante el desarrollo del ensayo no se registraron plagas y enfermedades de importancia.

3.4. Tratamientos y Diseño experimental

Se trabajó con un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 28 tratamientos (Tabla 3) y 10 repeticiones, cada repetición corresponde a una planta.

Tabla 3. Tratamientos estudiados en ensayo de café var. Caturra en vivero.

| Tratamientos | N (ppm) | P ₂ O ₅ (ppm) | K ₂ O (ppm) | Mg (ppm) | B (ppm) | Zn (ppm) | Compost (ppm) |
|--------------|------------|--|---------------------------|-------------|------------|-------------|------------------|
| 1 | 0 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 100 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 200 | 143.3 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 200 | 400 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 200 | 200 | 65.3 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 200 | 200 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 200 | 200 | 200 | 50 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 200 | 200 | 200 | 100 | 1.15 | 0 | 0 |
| 12 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 1.92 | 0 |
| 13 | 200 | 200 | 200 | 100 | 1.15 | 1.92 | 0 |
| 14 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 3846 |
| 16 | 100 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 3846 |
| 17 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 3846 |
| 18 | 200 | 143.3 | 200 | 100 | 0 | 0 | 3846 |
| 19 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 3846 |
| 20 | 200 | 400 | 200 | 100 | 0 | 0 | 3846 |
| 21 | 200 | 200 | 65.3 | 100 | 0 | 0 | 3846 |
| 22 | 200 | 200 | 100 | 100 | 0 | 0 | 3846 |
| 23 | 200 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 3846 |
| 24 | 200 | 200 | 200 | 50 | 0 | 0 | 3846 |
| 25 | 200 | 200 | 200 | 100 | 1.15 | 0 | 3846 |
| 26 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 1.92 | 3846 |
| 27 | 200 | 200 | 200 | 100 | 1.15 | 1.92 | 3846 |
| 28 | 200 | 200 | 200 | 100 | 0 | 0 | 3846 |

Nota: Fuente de N: Guano de Isla., Fuente de P₂O₅: Roca Fosfórica + Guano de Isla., Fuente de K₂O: Sulfato de Potasio + Guano de Isla, Fuente de MgO: Kieserita. T: Tratamiento, Cp: Compost

Como observamos en la tabla 3, en los tres primeros tratamientos (T1, T2 y T3) hay una dosis creciente de nitrógeno (0, 100 y 200 ppm) manteniéndose constante los niveles de los demás nutrientes; sucediendo lo mismo para los tratamientos T15, T16 y T17 a los cuales se les adiciono compost . En los siguientes tres tratamientos (T4, T5 y T6) el fósforo va aumentando de nivel (143.3, 200 y 400 ppm), manteniéndose constante los demás fertilizantes; así mismo en los tratamientos T18, T19 y T20 se repite la misma dosis con la adición de compost. En el caso de los tratamientos T7 y T8 éstos tienen una dosis creciente de sulfato de potasio (65.3 y 100 ppm) igual que los tratamientos T21 y T22 que además tienen compost. Los tratamientos T9 y T10 tienen una dosis creciente de magnesio (0 y 50 ppm) lo mismo que los tratamientos T23 y T24 que adicionalmente tienen compost. El tratamiento T11 tiene 3 ppm de boro, lo mismo que el tratamiento T25 que tiene compost; el tratamiento T12 tiene 5 ppm de zinc igual que el tratamiento T26 que tiene compost; la aplicación conjunta de estos micronutrientes se dio en los tratamientos T13 y T27 (Zn + B) con la diferencia de que a este ultimo se le aplico compost, por ultimo los tratamientos T14 y T28 no contiene estos dos micronutrientes.

Como fuente de nitrógeno, tenemos al guano de isla; fertilizante orgánico con un contenido de nitrógeno en forma de amonio, nitrato y humus; así mismo contiene micronutrientes como el cobre, zinc, boro, manganeso y hierro. La fuente de fósforo fue la roca fosfórica originaria de bayovar; también se utilizó como fuente de este elemento el fósforo del guano de isla. El sulfato de potasio y el guano de isla se utilizaron como fuente de K_2O (50.4%). La kieserita es la fuente de magnesio teniendo a este elemento bajo las formas de MgO (26.67%) y Mg (16%). Como fuentes de boro y zinc tenemos la ulexita y el sulfato de zinc respectivamente. (Tabla 3A).

Tabla 3A. Resultados de análisis químicos de fuentes naturales para la fertilización de café en la selva central del Perú

(UNALM, 2006)

| Fuentes Naturales | | Elementos analizados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------------|----------------------|-------|-----------------------------------|-------|-------|----------------------|---------|--------|---------|--------|----------|----------|---------|----------|----------|---|-----------------|--------|------|---------|--------|--|
| | | M.O (%) | N (%) | P ₂ O ₅ (%) | P (%) | K (%) | K ₂ O (%) | CaO (%) | Ca (%) | MgO (%) | Mg (%) | Cu (ppm) | Zn (ppm) | B (ppm) | Mn (ppm) | Fe (ppm) | S | SO ₄ | Na (%) | pH | CE dS/m | Hd (%) | |
| 1 | Guano de Islas | - | 14.1 | 10.1 | - | - | 4.6 | - | - | - | - | 19.0 | 150 | 60 | 98 | 3500 | | | | | | | |
| 2 | Compost ¹ | 12.0 | 0.50 | 0.71 | - | - | 2.34 | 2.07 | - | 1.15 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.32 | 6.10 | 6.50 | 50.0 | |
| 3 | Magnecal | - | - | - | - | - | - | 3.93 | 2.81 | 3.77 | 2.26 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 4 | Sulfato de K | - | - | - | - | 42.0 | 50.40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 5 | Sulfato de Cu | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 24.60 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 6 | Sulfato de Zn | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 20.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 7 | Sulfato de Mn | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.004 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 8 | Ulexita | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 9 | Roca Fosfórica | - | - | 28.75 | 12.5 | - | - | 36.96 | 26.40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 10 | Kieserita ² | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.18 | 5.50 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 11 | Kieserita ³ | - | - | - | - | - | - | - | - | 26.67 | 16.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 12 | Dolomita | - | - | - | - | - | - | 58.38 | 41.7 | 1.50 | 0.90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

1/ Muestra procedente de la Cooperativa Cafetalera Satipo

2/Muestra procedente de la Cooperativa Cafetalera La Florida

3/ Muestra donada por FARMEX S.A.

3.5.- Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron hasta 120 días después del repique, tiempo en el que normalmente las plantas son llevadas al campo definitivo (Crespo, 1996). Los datos se tomaron de cada una de las plantas y se midieron los siguientes parámetros:

- *Altura de planta*: Comprendida desde el cuello de la planta, hasta el ápice de la yema terminal.
- *Diámetro del tallo*: Medido aproximadamente a 2cm del cuello de la planta.
- *Número de hojas*: Se contó la cantidad hojas verdaderas y bien desarrolladas.
- *Peso fresco*: Se tomó el peso total de la planta (parte aérea y raíces), esta evaluación se realizó al final del ensayo. Se realizó en el Laboratorio del Módulo “José Calzada Benza” del IRD- Selva de la UNALM en el Fundo “La Génova”.
- *Peso seco*: Incluyó parte aérea y raíces, las muestras se secaron en una estufa a 75°C y durante 48 horas, tiempo tras el cual fueron pesadas. Se realizó en el Laboratorio de Semillas del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura (24.3°C) y la humedad relativa (72.9%) registradas durante el periodo de estudio estuvieron dentro de los valores que permiten un crecimiento adecuado de la planta de café. Para *Coffea arabica* se ha recomendado una humedad relativa de 70 a 90% (Alegre, 1959 y Muller, 1966) y una temperatura que va de 16 a 27 °C (Federación nacional de cafeteros colombianos, 1979).

4.1. Efecto sobre la altura de planta

La planta de café arábico se forma normalmente de un solo eje o tallo central, en su ápice hay una zona de crecimiento activo durante toda la vida de la planta, que va alargando el tallo central formando nudos y entrenudos (León, 1968). En este ensayo, manera general, observamos como la planta va creciendo longitudinalmente con el paso del tiempo, llegando a los cuatro meses a tener una altura superior a los 11cm en todos los casos (Tabla 4). Los valores alcanzados son mayormente superiores a los reportados por Julca *et al.*, (2002) en un estudio realizado en café var. Caturra Amarillo y donde la altura máxima fue de 11.865. Uno de los factores más importantes para esta diferencia sería la altitud de la zona de estudio, la anterior fue de 1200 m.s.n.m. y ahora es de 965 m.s.n.m. A mayor altura la luz ultravioleta aumenta y este tipo de luz limita el crecimiento de las plantas (Tranquilini, 1964), efecto que ya ha sido observado en otros ensayos en el cultivo del café (López *et al.*, 1972 y Castellón *et al.*, 2000).

La Tabla 4, también muestra que en la primera evaluación no se encontraron diferencias estadísticas entre los diversos tratamientos estudiados y la mayor altura correspondió al tratamiento T19; mientras que la altura mínima fue para el T3. Durante la segunda evaluación, la mayor parte de los tratamientos fueron estadísticamente similares; pero el T2 (5.64cm) y el T14 (4.54cm), fueron los tratamientos de mayor y menor valor, respectivamente; diferencias que fueron estadísticamente significativas. En la tercera evaluación, se observaron tendencias similares; es decir similitud estadística entre la mayor parte de tratamientos; pero con dos tratamientos (T12 =8.60cm y T14=6.34cm) que fueron estadísticamente diferentes. Finalmente en la cuarta y última evaluación un grupo de tratamientos (T2, T3, T4, T5, T6, T7, T10, T11, T12, T18, T23, T24, T25 y T27) alcanza valores que estadísticamente lo hacen diferentes del resto de tratamientos; el T14 se mantiene como el de menor valor.

Un análisis más detenido de la respuesta específica a los diversos tratamientos estudiados, 120 días después del transplante, muestra tendencias interesantes de subrayar (Tabla 4, Figura 2). Así tenemos que cuando analizamos los tratamientos T1, T2 y T3 observamos claramente el efecto del N, hay una tendencia a que la altura se incremente cuando la planta recibe una mayor cantidad de este elemento que, como se sabe, es esencial para el crecimiento de los cafetales (Figuroa *et al.*, 1996). Una respuesta similar se tiene en los tratamientos T4, T5 y T6 (Figura 3), se tiene una mayor altura asociada con el incremento de la cantidad de fósforo por planta y es que, según Barceló (1995), la deficiencia de fósforo disminuye el crecimiento de las plantas y en condiciones extrema de carencia las plantas presentarían un aspecto achaparrado ya que este es un elemento que forma parte de ácidos nucleicos, adenosin fosfatos y pirimidias nucleótidos.

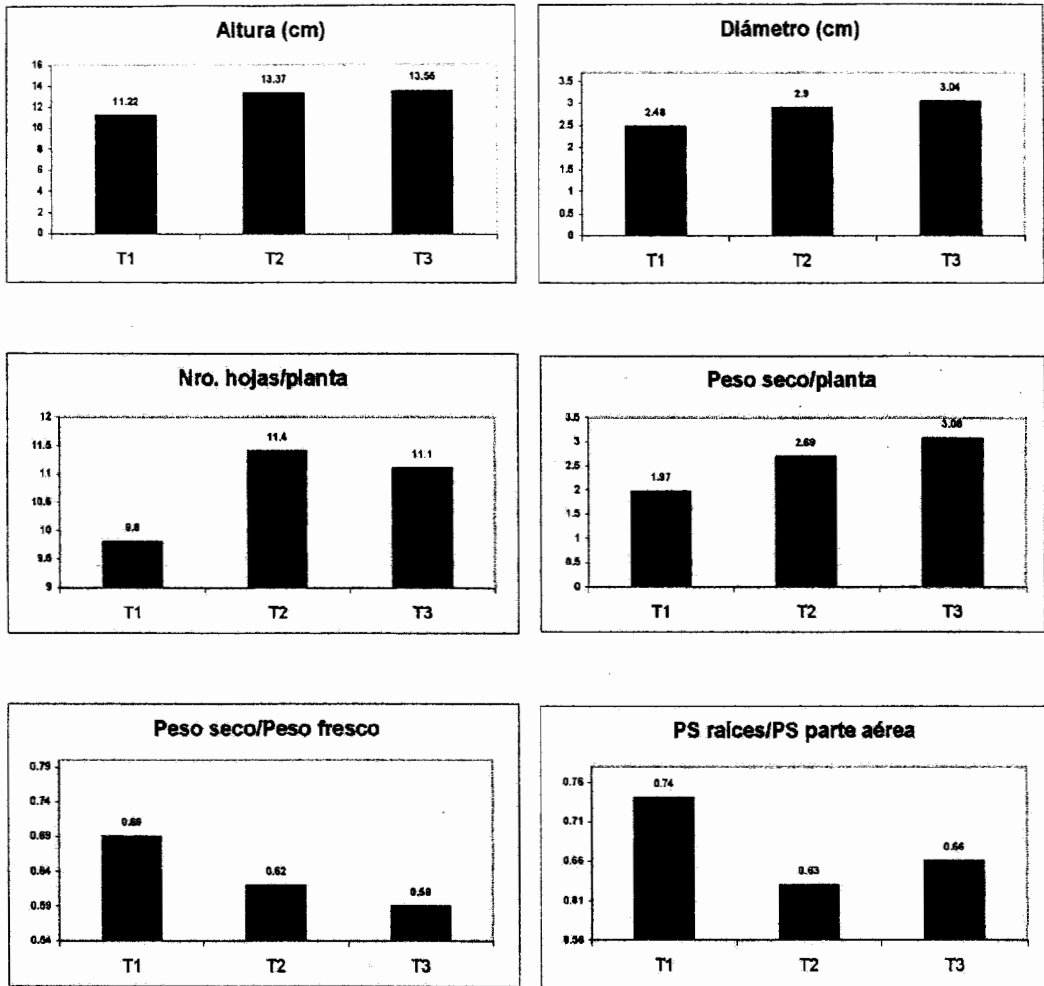


Figura 2. Efecto del nitrógeno sobre diferentes parámetros evaluados en café var. Caturra en vivero, 120 días después del transplante.

Si comparamos los tratamientos T7 y T8 (Tabla 4, Figura 4), encontramos que el incremento del potasio no tuvo un efecto positivo en la altura de la planta de café; probablemente porque el K es un elemento asociado con la tolerancia de la planta al ataque de plagas y enfermedades (Gárate y Bonilla, 2001) y no con el crecimiento. En cambio, cuando comparamos el T9 y T10 (Tabla 4, Figura 5), si se observó un efecto sobre la altura de la planta por acción del Mg; este es un elemento constituyente de la clorofila y cumple una función importante en el proceso de fotosíntesis (Dominguez, 1984). El magnesio puede encontrarse en las plantas como

elemento estructural o como cofactor enzimático (Kirby y Mengel, 1976 y Domínguez, 1984). La National plant food institute (1984) y Gross (1986), citados por Cabanillas (1993), coinciden en afirmar que el magnesio participa principalmente favoreciendo la síntesis de hidratos de carbono y almidón. Resultados similares al de este trabajo, han sido documentados anteriormente, por ejemplo, Demsey y Bowell citados por Cabanillas (1993), en un trabajo realizado con pimiento, obtuvieron plantas más grandes en aquellos tratamientos a los que se le aplicó magnesio al suelo, comparadas con plantas sin magnesio.

El compost, es un abono orgánico que resulta de la descomposición del estiércol de animales con residuos vegetales (Sánchez, 2003) y se esperaba que su aplicación mejorara la respuesta a la fertilización, considerando que los ácidos húmicos y fúlvicos tienen un efecto positivo sobre muchas funciones de la planta, a nivel de células y órganos (Abad, 1993). Sin embargo, en este estudio, los resultados no fueron los esperados pues la altura de los tratamientos a los que se les adicionó compost; fue menor que en aquellos a los que no se les aplicó (Figura 6), enmascarando el efecto del elemento aplicado como en el caso del nitrógeno (T15-T16 y T17 con T1, T2 y T3, respectivamente), el fósforo (T18 – T19 y T20 con T4 - T5 y T6, respectivamente), el potasio (T21 y T22 con T7 y T8, respectivamente) y magnesio (T23 y T24 con T9 y T10, respectivamente). Estos resultados sugieren que a pesar de la información favorable al empleo de materiales orgánicos, éstos siempre deben ser usados con prudencia y teniendo en cuenta todas las consideraciones pertinentes. Así tenemos que si el residuo aplicado tiene una elevada relación C/N, se corre el riesgo de tener inicialmente una mayor demanda de nutrientes, por parte de los microorganismos del suelo, para activar los procesos biológicos que actúan sobre

los restos de cosecha adicionados (Cegarra *et al.*, 1983) y esto lógicamente tendrá un efecto detrimental en la planta.

La aplicación de compost tuvo un efecto variable sobre el comportamiento de los micro elementos (Tabla 4, Figura 7), una altura similar en los tratamientos T11 y T25, sugiere que no afectó la absorción del boro; disminuyó la del zinc (T12 y T26); pero aumentó la absorción de zinc + boro (T13 y T27). Los micro elementos tienen funciones bioquímicas de regulación (Arcila y Farfán, 2007); por ejemplo el zinc desempeña un papel importante en la ruta metabólica que desde el triptofano conduce a la formación del ácido indolacético; con lo cual se puede modificar el nivel de auxinas y por lo tanto afectar el crecimiento de la planta (Barceló, 1995).

4.2. Efecto sobre el diámetro del tallo

De manera general, observamos como el diámetro de la planta se ha incrementado con el paso del tiempo, llegando a los cuatro meses a tener un diámetro superior a los 2.0cm en todos los casos (Tabla 5).

La Tabla 5, también muestra que en la primera evaluación no se encontraron diferencias estadísticas entre los diversos tratamientos estudiados y la mayor altura correspondió a los tratamientos T9 =T24, T7 y T13 con 2.01, 2.02 y 2.03cm, respectivamente; mientras que la altura mínima fue para el T6 con apenas 1.75cm de diámetro. Durante la segunda evaluación, la mayor parte de los tratamientos fueron estadísticamente similares; pero el T12 (3.05cm) y el T14 (2.32cm), fueron los tratamientos de mayor y menor valor, respectivamente; diferencias que fueron estadísticamente significativas entre sí.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre la altura (cm) de café var. Caturra en vivero.

| Tratamientos | Altura 1 (30d.d.tr.) | Altura 2 (60d.d.tr.) | Altura 3 (90d.d.tr.) | Altura 4 (120d.d.tr.) |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 4.41 ^a | 5.36ab | 7.40ab | 11.22ab |
| 2 | 4.92 ^a | 5.64a | 8.30ab | 13.37 ^a |
| 3 | 4.21 ^a | 4.93ab | 7.99ab | 13.55 ^a |
| 4 | 4.65 ^a | 5.26ab | 8.05ab | 12.97 ^a |
| 5 | 4.52 ^a | 5.34ab | 7.82ab | 13.04 ^a |
| 6 | 4.23 ^a | 5.06ab | 8.07ab | 13.54 ^a |
| 7 | 4.91 ^a | 5.31ab | 8.12ab | 13.27 ^a |
| 8 | 4.72 ^a | 5.20ab | 7.76ab | 12.56ab |
| 9 | 4.59 ^a | 5.21ab | 7.71ab | 12.08ab |
| 10 | 4.85 ^a | 5.34ab | 7.99ab | 13.25 ^a |
| 11 | 4.50 ^a | 5.32ab | 8.11ab | 13.30 ^a |
| 12 | 4.28 ^a | 5.28ab | 8.60a | 13.64 ^a |
| 13 | 4.74 ^a | 5.22ab | 7.66ab | 12.62ab |
| 14 | 4.53 ^a | 4.54b | 6.34b | 9.85b |
| 15 | 5.00a | 5.78a | 7.88ab | 12.60ab |
| 16 | 4.77 ^a | 5.04ab | 7.69ab | 12.49ab |
| 17 | 4.25 ^a | 4.89ab | 7.35ab | 11.95ab |
| 18 | 4.22 ^a | 5.26ab | 8.18ab | 14.07 ^a |
| 19 | 5.10 ^a | 5.23ab | 7.84ab | 12.29ab |
| 20 | 4.47 ^a | 5.26ab | 7.64ab | 12.67ab |
| 21 | 4.64 ^a | 5.33ab | 8.13ab | 12.55ab |
| 22 | 4.98 ^a | 5.33ab | 7.88ab | 12.78ab |
| 23 | 4.71 ^a | 5.43ab | 8.10ab | 13.22 ^a |
| 24 | 5.0 a | 5.56a | 8.32ab | 13.09 ^a |
| 25 | 4.81 ^a | 5.38ab | 8.25ab | 13.30 ^a |
| 26 | 4.66 ^a | 5.11ab | 7.48ab | 11.92ab |
| 27 | 4.8 ^a | 5.29ab | 7.93ab | 13.18 ^a |
| 28 | 4.66 ^a | 5.08ab | 7.43ab | 11.67ab |

La última columna de la Tabla 5 muestra tendencias interesantes de subrayar (Tabla 5). Así tenemos que cuando analizamos los tratamientos T1, T2 y T3 observamos claramente el efecto del N (Figura 2), hay una tendencia a que el diámetro se incremente cuando la planta recibe una mayor cantidad de este elemento que, como se sabe, es esencial para el crecimiento de los cafetales (Figuroa *et al.*, 1996).

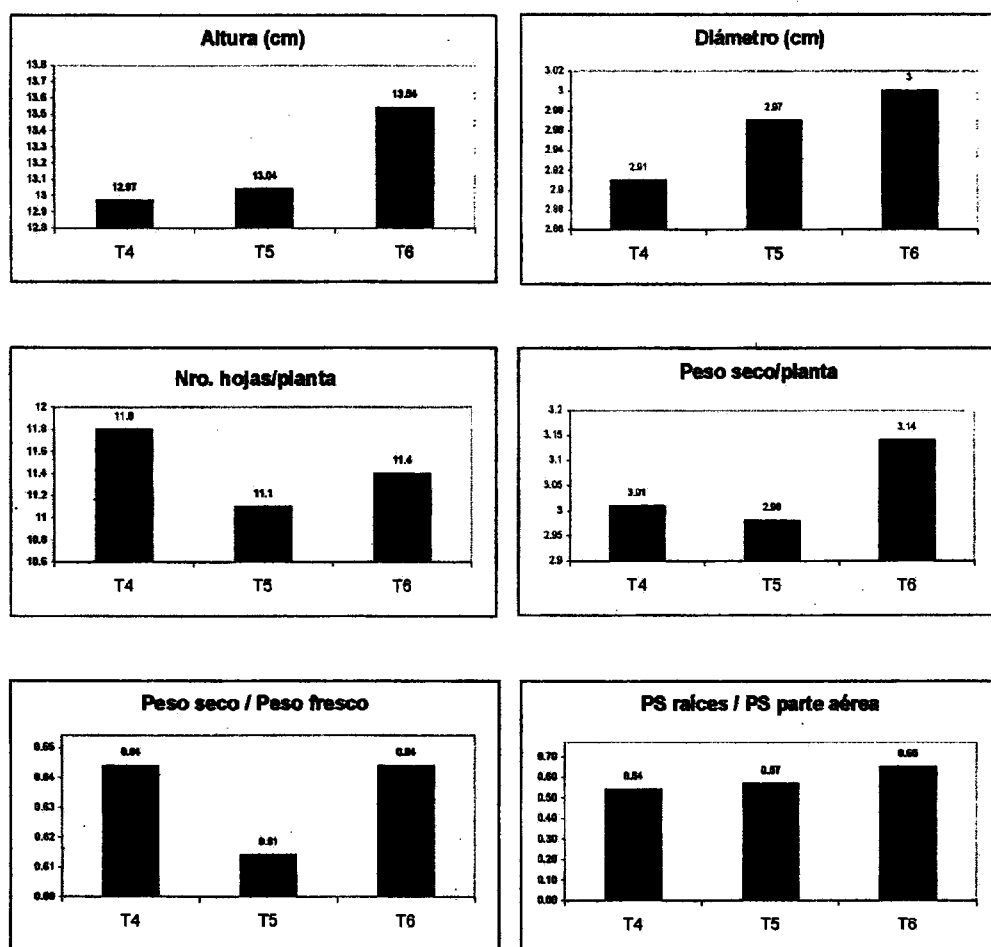


Figura 3. Efecto del fósforo sobre diferentes parámetros evaluados en café var. Caturra en vivero, 120 días después del transplante.

Una respuesta similar se tiene en los tratamientos T4, T5 y T6, se tiene un mayor crecimiento radial asociado con el incremento de la cantidad de fósforo por planta (Figura 3). Resultados que corroboran la posibilidad de usar roca fosfórica como fuente de fósforo para los suelos ácidos (Casanova, citado por Ramírez, 2006) y es que el fósforo y demás componentes de la roca fosfórica se solubilizan y se encuentran disponibles para las plantas cuando el pH del suelo es menor a 5.50 (Fassbender, 1986) y en nuestro caso el suelo usado como sustrato tuvo un pH = 4.30 (Tabla 2). La respuesta del café al fósforo es importante desde la etapa de vivero hasta que la planta tiene 2 a 3 años después del trasplante (Küpper, 1981).

Si comparamos los tratamientos los T7 y T8 (Tabla 5), encontramos un ligero incremento del potasio en el diámetro de la planta (Figura 4); esto a pesar de que este elemento está más asociado con la tolerancia de la planta al ataque de plagas y enfermedades (Gárate y Bonilla, 2001). Una tendencia similar se encontró cuando comparamos el T9 y T10 (Tabla 5), observamos un efecto sobre el crecimiento radial de la planta, en este caso por acción del Mg (Figura 5), elemento constituyente de la clorofila que cumple una función importante en el proceso de fotosíntesis (Dominguez, 1984) y, tal como se ha señalado anteriormente, su efecto ya ha sido reportado en otros cultivos como el pimiento, aunque solo para el crecimiento vertical de esta planta (Demsey y Bowell, citado por Cabanillas, 1993).

Tabla 5. Efecto de los tratamientos sobre el diámetro (cm) de café var. Caturra en vivero.

| Tratamientos | Diámetro 1 (30 d.d.tr.) | Diámetro 2 (120 d.d.tr.) | Incremento (%) |
|--------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1 | 1.80a | 2.48ab | 37.78 |
| 2 | 1.94a | 2.90ab | 49.48 |
| 3 | 1.84a | 3.04a | 65.22 |
| 4 | 1.96a | 2.91b | 48.47 |
| 5 | 1.86a | 2.97a | 59.68 |
| 6 | 1.75a | 3.00a | 71.43 |
| 7 | 2.02a | 2.93ab | 45.05 |
| 8 | 1.93a | 2.96ab | 53.37 |
| 9 | 2.01a | 2.65ab | 31.84 |
| 10 | 1.89a | 2.83ab | 49.74 |
| 11 | 1.92a | 2.98a | 55.21 |
| 12 | 1.93a | 3.05a | 58.03 |
| 13 | 2.03a | 2.77ab | 36.45 |
| 14 | 1.87a | 2.32b | 24.06 |
| 15 | 1.83a | 2.65ab | 44.81 |
| 16 | 1.85a | 2.84ab | 53.51 |
| 17 | 1.94a | 2.66ab | 37.11 |
| 18 | 1.90a | 3.04a | 60.00 |
| 19 | 1.97a | 2.77ab | 40.61 |
| 20 | 1.84a | 2.82ab | 53.26 |
| 21 | 1.98a | 2.84ab | 43.43 |
| 22 | 1.97a | 2.89ab | 46.70 |
| 23 | 1.94a | 2.91ab | 50.00 |
| 24 | 2.01a | 2.86ab | 42.29 |
| 25 | 1.88a | 2.78ab | 47.87 |
| 26 | 1.83a | 2.53ab | 38.25 |
| 27 | 1.94a | 2.95a | 52.06 |
| 28 | 1.94a | 2.59ab | 33.51 |

Aplicando abonos orgánicos se espera que la respuesta a la fertilización mejore, debido a que los ácidos húmicos y fúlvicos tienen un efecto positivo sobre muchas funciones de la planta, a nivel de células y órganos (Abad, 1993). Sin embargo, al igual que cuando se evaluó la altura, los resultados no fueron los esperados pues el diámetro del tallo en los tratamientos a los que se les adicionó compost (Tabla 5, Figura 6); generalmente fue menor que en aquellos a los que no se les aplicó, enmascarando el efecto del elemento aplicado como en el caso del nitrógeno (T15 – T16 y T17 con T1 – T2 y T3, respectivamente), el fósforo (T18 – T19 y T20 con T4 – T5 y T6, respectivamente), el potasio (T21 y T22 con T7 y T8, respectivamente) y magnesio (T23 y T24 con T9 y T10, respectivamente).

También en este caso la aplicación de compost tuvo un efecto variable sobre la respuesta a la aplicación de los microelementos (Tabla 5, Figura 7), un diámetro menor en T11 comparado con T25 y en el tratamiento T12 comparado con T26, sugiere que afectó la absorción del boro y del zinc cuando se les aplicó de forma separada. Pero cuando el zinc se adicionó conjuntamente con el boro, la absorción de estos parece aumentar y tienen un efecto positivo en el crecimiento pues el diámetro alcanzado fue mayor. Se ha señalado que los microelementos tienen funciones bioquímicas de regulación en las plantas (Arcila y Farfán, 2007); por ejemplo el zinc desempeña un papel importante en la ruta metabólica que desde el triptofano conduce a la formación del ácido indolacético; con lo cual se puede modificar el nivel de auxinas y por lo tanto afectar el crecimiento de la planta (Barceló, 1995).

4.3.- Efecto sobre el número de hojas

Las hojas del café son opuestas, rodeadas por dos estípulas agudas y con el pecíolo plano arriba y convexo abajo. La lámina es delgada, fuerte y ondulada; el haz es color verde oscuro, brillante y con las nervaduras hundidas; el envés es de color verde mate y con los nervios prominentes (León, 1968). Son órganos en los cuales se realizan los tres procesos fisiológicos más importantes que soportan el crecimiento y desarrollo vegetativo y reproductivo, éstos son: la fotosíntesis, la respiración y la transpiración (Arcila, 2007a). En este experimento, manera general, observamos como la planta aumentó el número de hojas con el paso del tiempo, llegando a los cuatro meses a tener más de cuatro pares de hojas verdaderas en todos los casos (Tabla 6).

La Tabla 6, también muestra que en la primera evaluación no se encontraron diferencias estadísticas entre la mayoría de los tratamientos estudiados; pero el mayor número de hojas correspondió al tratamiento T12; mientras que el más bajo fue para el T14. En la segunda evaluación, todos los tratamientos fueron estadísticamente similares; aunque el T11 = T2 (5.00 hojas) y el T28 (3.60 hojas), fueron los tratamientos de mayor y menor valor, respectivamente. Durante la tercera evaluación, se observaron tendencias parecidas; es decir similitud estadística entre la mayor parte de tratamientos; pero con dos tratamientos (T24 = 8.0 hojas y T14=6.0 hojas) que tuvieron valores estadísticamente diferentes. Finalmente en la cuarta y última evaluación, la mayoría de tratamientos alcanzan valores que estadísticamente lo hacen similares; pero destacan el T21 y el T1, a los que les corresponde el mayor y

menor número de hojas, respectivamente, diferencia que estadísticamente es significativa al nivel del 5% de probabilidad.

Cuando se analiza de manera más específica la respuesta de los diversos tratamientos, a los cuatro meses del transplante, nuevamente se encontraron tendencias interesantes de resaltar. Así tenemos que cuando analizamos los tratamientos T1, T2 y T3 observamos claramente que no existió efecto del N sobre el número de hojas/planta (Figura 2), tampoco hubo respuesta al fósforo (T4, T5 y T6; Figura 3) ni al potasio (T7 y T8; Figura 4). En cambio, cuando comparamos el T9 y T10, si se observó un efecto del magnesio sobre este parámetro (Tabla 6, Figura 5). En Brasil se reporta una excelente respuesta del café al potasio, especialmente cuando se aplica N simultáneamente o como fertilizante a base de N-P-K (Malavolta y Moraes, 1965). Pero elegir la fuente a usar en este cultivo es importante pues se sabe que cuando se usa Cloruro de K, existe el riesgo de quemadura, defoliación y necrosis por una alta concentración de cloro en las hojas. Se ha observado que plantas fertilizadas con Sulfato de K en cantidades similares a las de ClK, no presentan daños como si ocurre con este último (Carvajal, 1984).

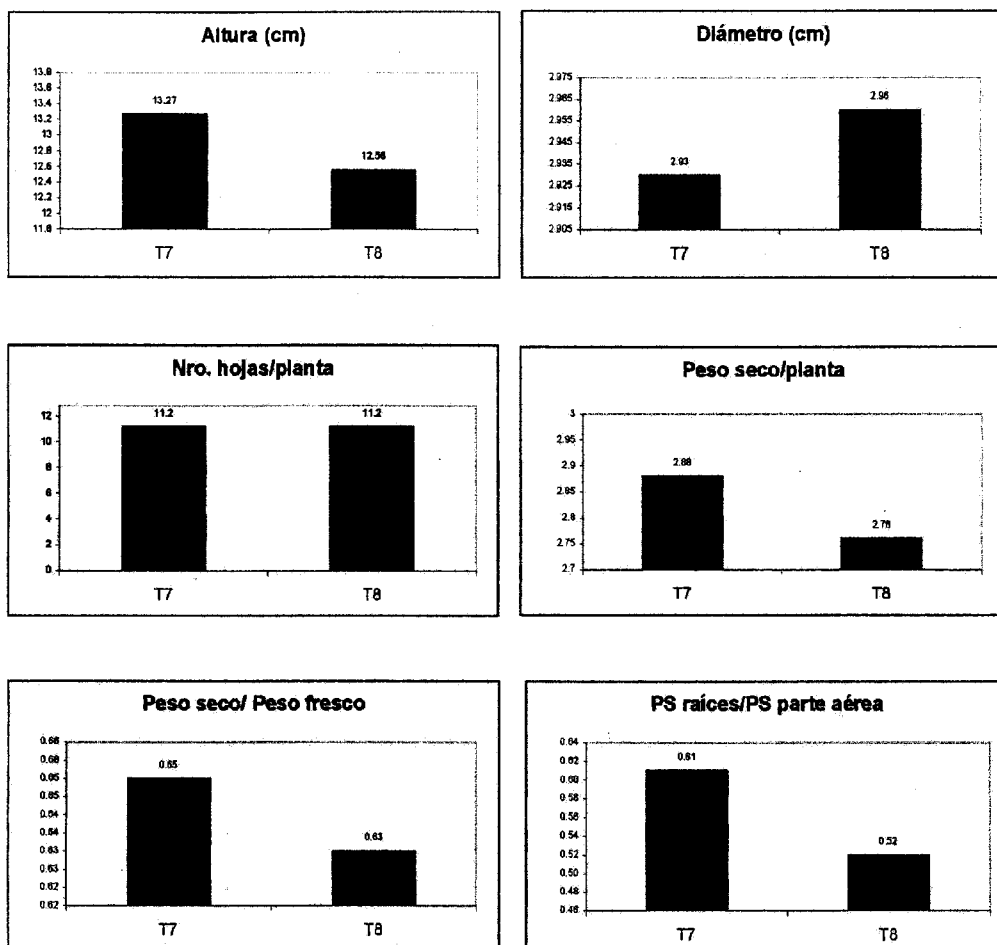


Figura 4.- Efecto del potasio sobre diferentes parámetros evaluados en café var. Caturra en vivero, 120 días después del trasplante.

En este estudio, los resultados no fueron los esperados pues el número de hojas/planta de los tratamientos a los que se les adicionó compost; fue menor que en aquellos a los que no se les aplicó (Figura 6), enmascarando el efecto del elemento aplicado como en el caso del nitrógeno (T15 – T16 y T17 con T1 – T2 y T3, respectivamente), el fósforo (T18 – T19 y T20 con T4 – T5 y T6, respectivamente), el potasio (T21 y T22 con T7 y T8, respectivamente) y magnesio (T23 y T24 con T9 y T10, respectivamente). Estos resultados sugieren que a pesar de la información favorable al empleo de materiales orgánicos, éstos siempre deben ser usados con prudencia y teniendo en cuenta todas las consideraciones pertinentes. Así tenemos

que si el residuo aplicado tiene una elevada relación C/N, se corre el riesgo de tener inicialmente una mayor demanda de nutrientes, por parte de los microorganismos del suelo, para activar los procesos biológicos que actúan sobre los restos de cosecha adicionados (Cegarra *et al.*, 1983) y esto lógicamente tendrá un efecto detrimental en la planta.

El uso del compost para mejorar la respuesta a la aplicación de los fertilizantes, tuvo un efecto variable sobre el comportamiento de los micro elementos estudiados (Tabla 6, Figura 7), un menor número de hojas en el tratamiento T25, comparado con el T11, sugiere que afectó la absorción del boro; también disminuyó la del zinc (T26 y T12); pero aumentó la absorción de zinc + boro (T27 y T13).

Tabla 6. Efecto de los tratamientos sobre el número de hojas de café var. Caturra en vivero

| Tratamientos | Nº hojas (30 d.d.tr.) | Nº hojas (60 d.d.tr.) | Nº hojas (90 d.d.tr.) | Nº hojas (120 d.d.tr.) |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 1.20ab | 3.80a | 7.20ab | 9.80c |
| 2 | 0.80ab | 4.20a | 7.40ab | 11.4abc |
| 3 | 1.60ab | 4.20a | 7.20ab | 11.1abc |
| 4 | 1.60ab | 4.80a | 7.80ab | 11.8ab |
| 5 | 1.60ab | 4.40a | 7.20ab | 11.1abc |
| 6 | 1.20ab | 4.70a | 7.70ab | 11.4abc |
| 7 | 1.20ab | 4.80a | 7.60ab | 11.2abc |
| 8 | 1.00ab | 4.00a | 7.40ab | 11.2abc |
| 9 | 0.80ab | 4.00a | 7.40ab | 11.0abc |
| 10 | 0.80ab | 4.00a | 7.20ab | 11.6abc |
| 11 | 1.80ab | 5.00a | 7.70ab | 11.6abc |
| 12 | 1.90a | 5.00a | 7.60ab | 11.6abc |
| 13 | 1.00ab | 4.00a | 7.60ab | 10.8abc |
| 14 | 0.20b | 3.80a | 6.00b | 10.0bc |
| 15 | 1.60ab | 4.20a | 7.80ab | 11.4abc |
| 16 | 0.80ab | 4.00a | 6.80ab | 10.8abc |
| 17 | 1.40ab | 4.20a | 7.20ab | 11.2abc |
| 18 | 1.70ab | 4.10a | 7.90a | 11.3abc |
| 19 | 0.80ab | 4.00a | 7.00ab | 11.0abc |
| 20 | 1.30ab | 4.30a | 7.20ab | 10.6abc |
| 21 | 1.80ab | 4.80a | 7.20ab | 11.9a |
| 22 | 1.20ab | 4.40a | 7.30ab | 10.9abc |
| 23 | 1.40ab | 3.80a | 7.00ab | 10.8abc |
| 24 | 1.20ab | 4.20a | 8.00a | 11.4abc |
| 25 | 1.00ab | 4.00a | 7.00ab | 10.9abc |
| 26 | 0.80ab | 3.60a | 6.70ab | 10.4abc |
| 27 | 1.60ab | 4.40a | 7.40ab | 11.6abc |
| 28 | 1.00ab | 3.60a | 6.80ab | 11.0abc |

4.4. Efecto sobre el peso de la planta

Cuando se evaluó el peso de la planta generalmente no se encontraron diferencias estadísticas entre la mayoría de tratamientos estudiados; pero el mayor peso fresco correspondió al tratamiento T3; mientras que el peso fresco más bajo fue para el T14. Para el caso del peso seco de la planta de café; el peso más alto le correspondió al tratamiento T12 y el más bajo al T14, con 3.15 y 1.70 g/planta, respectivamente. En ambos casos, la diferencia entre el mayor y el menor valor fue estadísticamente significativa (Tabla 7), pesos relativamente menores han sido reportados en café var. Caturra Amarillo también en condiciones de Chanchamayo (Julca *et al.*, 2002). sin embargo, no se recomienda comparar el peso, la altura, etc. que alcanza el café en diferentes ensayos; pues estos varían mucho tal como lo muestra Arcila (2007b) en un estudio donde copila información obtenida por diversos investigadores que estudiaron la influencia de la nutrición sobre el desarrollo de las plantas de café en almácigo.

Tabla 7. Efecto de los tratamientos sobre el peso total (g) de la planta de café var. Caturra en vivero

| Tratamientos | Peso fresco (Pf) | Peso seco (Ps) |
|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | 2.86bc | 1.97ab |
| 2 | 4.32abc | 2.69ab |
| 3 | 5.24 ^a | 3.08a |
| 4 | 4.7ab | 3.01a |
| 5 | 4.87 ^a | 2.98a |
| 6 | 4.89 ^a | 3.14a |
| 7 | 4.43abc | 2.88ab |
| 8 | 4.4abc | 2.76ab |
| 9 | 3.89abc | 2.47ab |
| 10 | 5.02 a | 2.97a |
| 11 | 4.94 a | 2.94ab |
| 12 | 4.98 ^a | 3.15a |
| 13 | 4.25abc | 2.56ab |
| 14 | 2.64 c | 1.705b |
| 15 | 3.77abc | 2.45ab |
| 16 | 3.74abc | 2.48ab |
| 17 | 3.97abc | 2.45ab |
| 18 | 4.72ab | 3.08a |
| 19 | 4.07abc | 2.45ab |
| 20 | 3.7abc | 2.35ab |
| 21 | 4.54abc | 2.95ab |
| 22 | 4.39abc | 2.71ab |
| 23 | 4.75ab | 2.84ab |
| 24 | 4.54abc | 2.6ab |
| 25 | 4.45abc | 2.77ab |
| 26 | 3.75abc | 2.37ab |
| 27 | 4.65ab | 2.86ab |
| 28 | 3.38abc | 2.21ab |

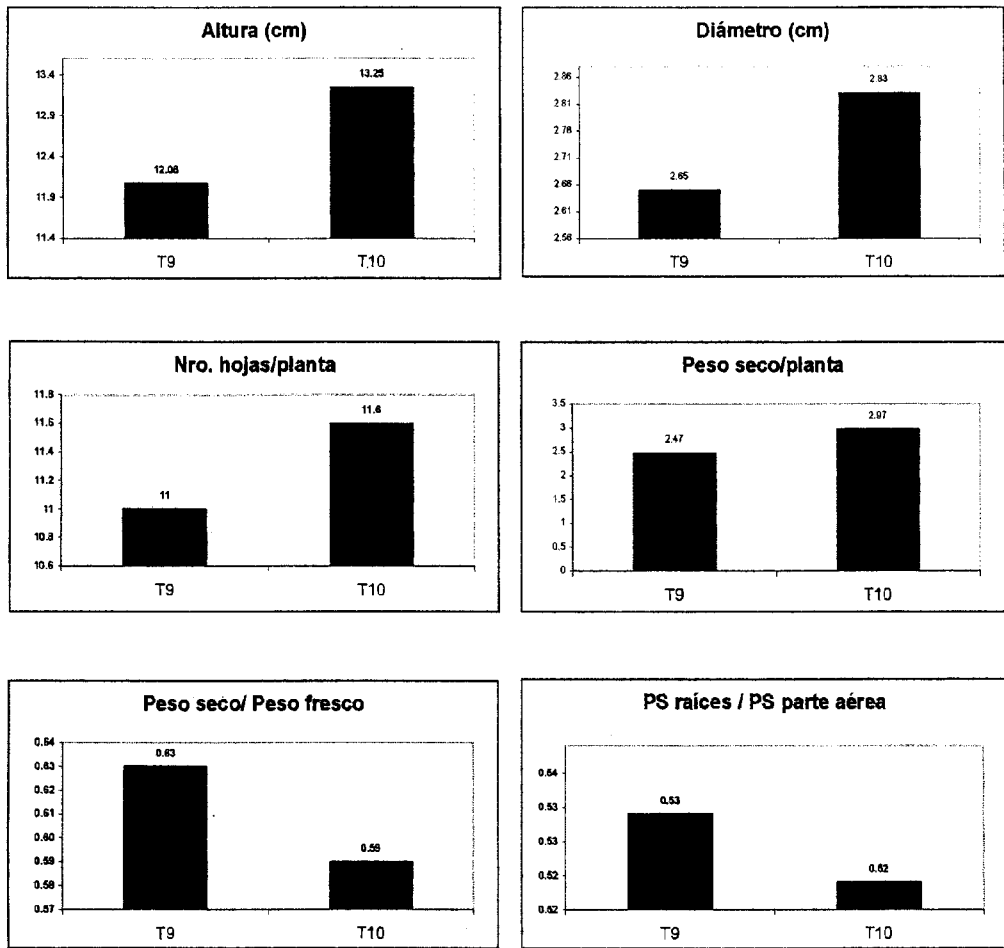


Figura 5. Efecto del magnesio sobre diferentes parámetros evaluados en café var. Caturra en vivero, 120 días después del transplante.

En el caso del potasio, comparamos los tratamientos T7 y T8 (Tabla 7) y encontramos que el incremento de este elemento tuvo un efecto negativo en peso fresco y peso seco de la planta de café (Figura 4). En cambio, para ver el efecto del magnesio, se comparó el T9 y T10 (Tabla 7) y se observó un efecto favorable sobre el peso fresco y peso seco como respuesta a su aplicación (Figura 5). Esto a pesar que se usó la kieserita una fuente de Mg recomendada para suelos con $\text{pH} > 5.4$ (Carvajal, 1984) y en nuestro caso el substrato tuvo un $\text{pH}=4.3$ (Tabla 2). El Mg es un elemento constituyente de la clorofila y cumple una función importante en el proceso de fotosíntesis (Domínguez, 1984). También se ha reportado un efecto

positivo sobre el crecimiento de plantas horticolas como el pimiento (Demsey y
Bowell, citados por Cabanillas, 1993).

Tabla 8. Relaciones entre peso seco y fresco en café var. Caturra en vivero

| Tratamientos | Ps/Pf ¹ | Raíces/Parte aérea ² |
|--------------|--------------------|---------------------------------|
| 1 | 0.69 | 0.74 |
| 2 | 0.62 | 0.63 |
| 3 | 0.59 | 0.66 |
| 4 | 0.64 | 0.54 |
| 5 | 0.61 | 0.57 |
| 6 | 0.64 | 0.65 |
| 7 | 0.65 | 0.61 |
| 8 | 0.63 | 0.52 |
| 9 | 0.63 | 0.53 |
| 10 | 0.59 | 0.52 |
| 11 | 0.60 | 0.61 |
| 12 | 0.63 | 0.67 |
| 13 | 0.60 | 0.49 |
| 14 | 0.65 | 0.54 |
| 15 | 0.65 | 0.57 |
| 16 | 0.66 | 0.66 |
| 17 | 0.62 | 0.56 |
| 18 | 0.65 | 0.66 |
| 19 | 0.60 | 0.55 |
| 20 | 0.64 | 0.60 |
| 21 | 0.65 | 0.61 |
| 22 | 0.62 | 0.61 |
| 23 | 0.60 | 0.64 |
| 24 | 0.57 | 0.57 |
| 25 | 0.62 | 0.57 |
| 26 | 0.63 | 0.49 |
| 27 | 0.62 | 0.55 |
| 28 | 0.65 | 0.59 |

1/ Se refiere a peso seco dividido con el peso fresco, en ambos casos de toda la planta

2/ Coeficiente obtenido sólo para peso seco de la planta

La misma Tabla 7 muestra que la aplicación de compost conjuntamente con otros fertilizantes, no reportó los resultados esperados pues el peso fresco y seco en las plantas en los tratamientos a los que se les adicionó compost; fue menor que en aquellos a los que no se les aplicó (Figura 7), enmascarando el efecto del elemento aplicado como en el caso del nitrógeno (T15 – T6 y T17 con T1 – T2 y T3, respectivamente), el fósforo (T18 – T19 y T20 con T4 – T5 y T6, respectivamente), el potasio (T21 y T22 con T7 y T8, respectivamente) y magnesio (T23 y T24 con T9 y T10, respectivamente). Para el caso de los micro elementos, cuando se aplicó boro o zinc de manera independiente (comparando T11 con T25 y T12 con T26), disminuyó tanto el peso fresco como el peso seco; pero cuando se aplica zinc + boro (comparando T13 con T27), aumentó la absorción de estos y permite un aumento del peso fresco y seco de la planta de café (Tabla 7). Los micro elementos tienen funciones bioquímicas de regulación (Arcila y Farfán, 2007); así tenemos que el zinc desempeña un papel importante en la ruta metabólica que desde el triptofano conduce a la formación del ácido indolacético; con lo cual se puede modificar el nivel de auxinas y por lo tanto afectar el crecimiento de la planta (Barceló, 1995). Además *Coffea arábica* parece ser una especie particularmente exigente en boro y zinc (Carbajal, 1984).

Diversos autores reportan que el uso de productos orgánicos tiene un efecto favorable sobre el crecimiento longitudinal de las plantas de café (Valencia, 1972; Castellón *et al.*, 2000; Romero *et al.*, 2000) y un aumento en el peso fresco (Valencia, 1972) y en el peso seco de café (Castellón *et al.*, 2000; Romero *et al.*, 2000). También se ha encontrado un incremento del diámetro del tallo en plantas jóvenes de vid (Buckerfield y Webster, 1998).

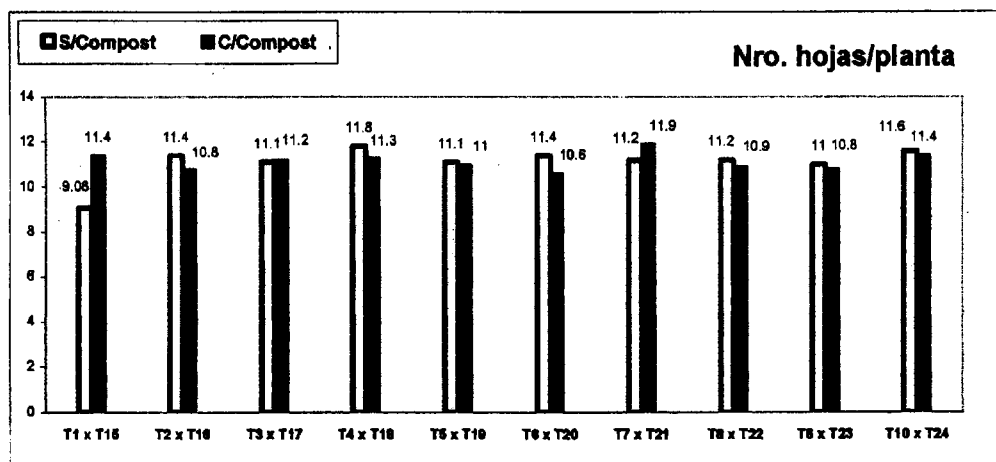
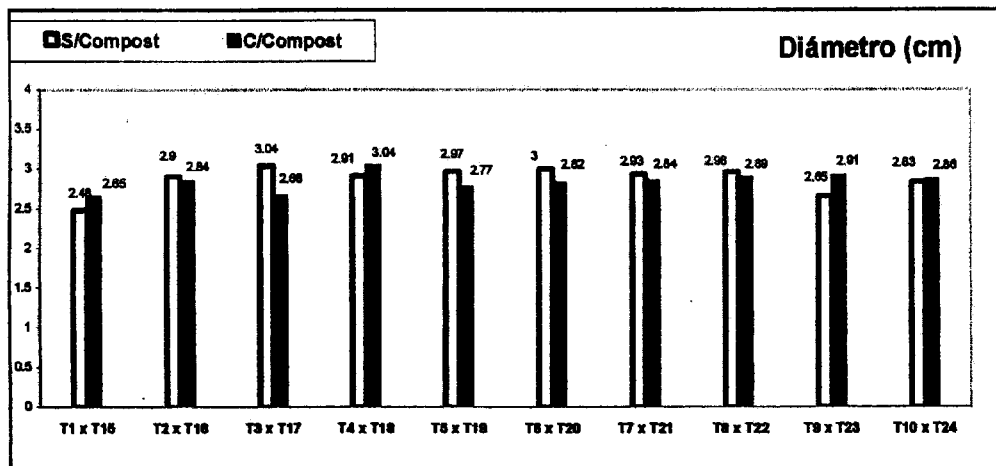
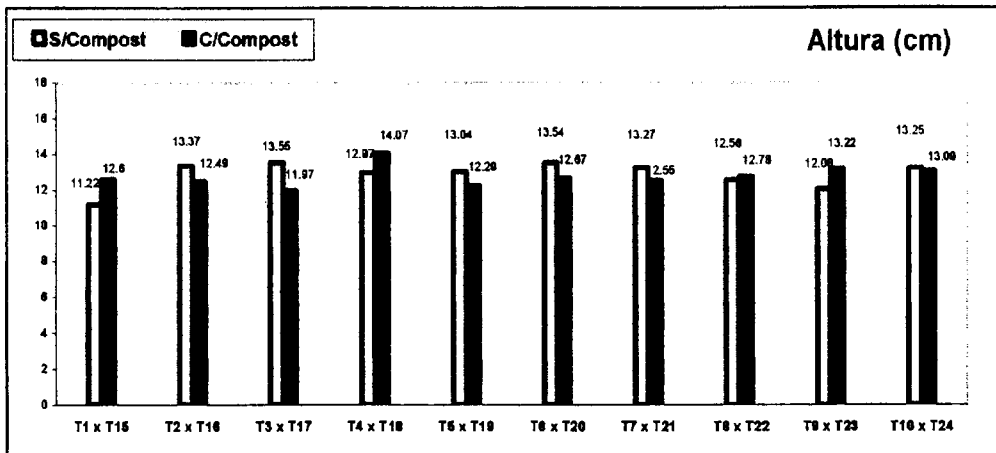


Figura 6. Respuesta de diferentes parámetros de café var. Caturra en vivero, a la aplicación de nitrógeno (T1xT15, T2xT16, T3xT17), fósforo (T4xT18, T5xT19, T6xT20), potasio (T7xT21, T8xT22) y magnesio (T9xT23, T10xT24), con y sin compost. Evaluación realizada a los 120 días después del transplante.

Por otra parte, la relación entre peso seco y peso fresco (Ps/Pf) de la planta reportó valores que van desde 0.57 a 0.69, correspondiendo el coeficiente más bajo al tratamiento T24 y el más alto al T1. Los resultados muestran una alta producción de materia seca, pues en un estudio realizado anteriormente también con café en Chanchamayo, se encontró que la relación Ps/Pf fue de apenas 0.27 (Julca *et al.*, 2002).

Finalmente, al calcular la relación entre el peso seco de las raíces y la parte aérea de la planta de café, el rango de valores fue de 0.49 a 0.74, en este caso el coeficiente más bajo correspondió al tratamiento T26 y el más alto al T1 (Tabla 8). Estos resultados muestran que en las plantas en crecimiento, la superficie de absorción (raíces) excede ampliamente la superficie sintetizadora; sin embargo la relación raíz/parte aérea disminuye gradualmente con la edad de la planta (Raven *et al.*, 1999).

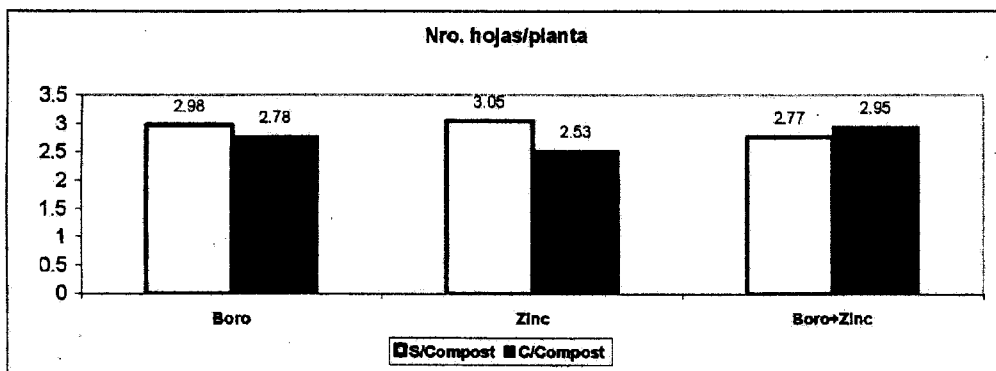
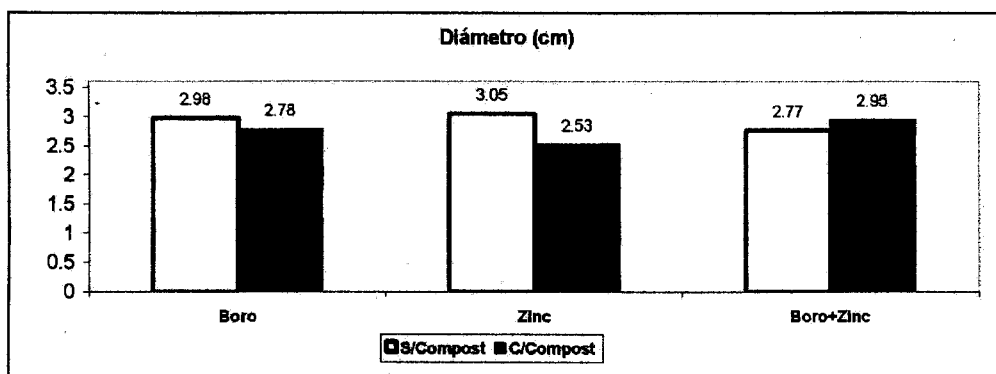
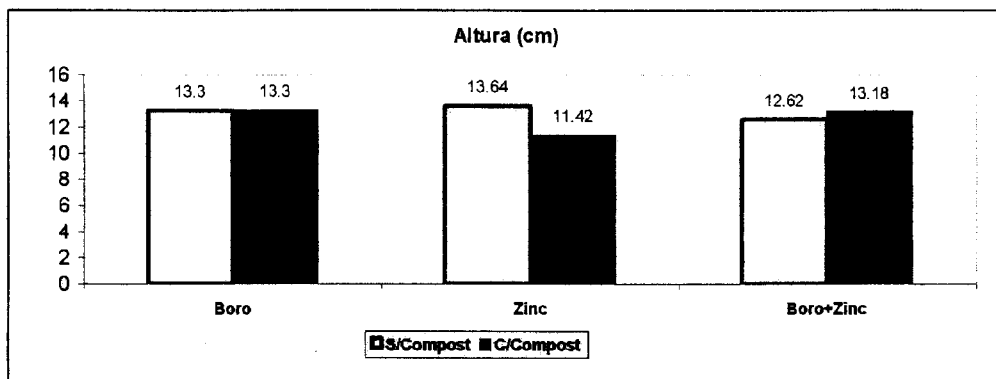


Figura 7. Respuesta de diferentes parámetros de café var. Caturra en vivero, a la aplicación de microelementos con y sin compost, evaluada a 120 días después del transplante.

V. CONCLUSIONES

- Todas las fuentes naturales evaluadas mostraron un efecto positivo sobre los parámetros evaluados (altura, número de hojas, diámetro de tallo y peso de planta) en café var. Caturra Roja en vivero; pero no hubo diferencias estadísticamente significativas.

- El nitrógeno, el fósforo y el magnesio incrementaron la altura del café var. Caturra en vivero.

- El nitrógeno, el fósforo, el potasio y el magnesio incrementaron el diámetro del tallo del café var. Caturra en vivero.

- El magnesio incrementó el número de hojas del café var. Caturra en vivero.

- El nitrógeno y el magnesio incrementaron el peso seco del café var. Caturra en vivero.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de las fuentes naturales de fertilización para el cultivo de café en ensayos de campo. Estos deben considerar a la planta (rendimiento, calidad) y el suelo (características químicas y biológicas).
- Por la importancia económica y social del café en nuestro país, se deben continuar con las investigaciones en este cultivo.

VII. BIBLIOGRAFIA

- 1- **ALEGRE, G.** 1959. Climats et cafeiers d'Arabic. L'Agronomic Trop. 14(1): 23-58.
- 2- **ABAD, M.** 1993. Características y propiedades. En: cultivos sin suelos curso superior de especialización. Editor F. Canovas Martínez & J Diaz Alvarez. FIAPA. Almeria. pp. 47-62. España.
- 3- **ALIAGA, J.; BERMÚDEZ, J.** 1985. Manual Practico del Cafetero. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- 4- **ALEGRE, J.; CHUMBIMUNE, R.** 1992. Investigaciones y uso de la roca fosfórica en el Perú. II Reunión de la red latinoamericana de roca fosfórica. Del 13 al 16 de Marzo. Tachira. Venezuela.
- 5- **ALARCON, V.** 1981. Efecto de la aplicación de compost en le rendimiento de vainita y tomate cultivado en invernadero y en el campo. Tesis para optar el titulo de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. pp: 60
- 6- **ANONIMO.** Urea. Revisado el 7 de diciembre del 2007. Disponible en la web site: www.textoscientificos.com/quimica/urea.
- 7- **ANONIMO.** Esta kieserita. Revisado el 7 de diciembre del 2007. Disponible en la web site: www.kieserita.com/esta/products_es.cfm
- 8- **ANONIMO.** Ulexita. Revisado el 7 de diciembre del 2007. Disponible en la web site: <http://www.uned.es/cristamine/fichas/ulexita/ulexita.htm>

- 9- **AGUIRRE, G.** 1993. Evaluación de fuentes de fósforo en le rendimiento del cultivo de papa, con énfasis en roca fosfórica y fuentes orgánicas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Anales Científicos. Vol: 38 pp: 223 - 232. Lima. Peru
- 10- **ASOCIACION NACIONAL DE CAFE.** 1998. 3ra Edición. Manual de caficultura. Guatemala.
- 11- **AVILAN, L; RODRIGUEZ, A.** 1973. Fertilización de algodón y maíz en las sabanas altas de Barinas. *Agronomía tropical* 23(2). pp: 149-158. CENIAP-Sección suelos. Maracay. Venezuela. Revisado el 01 de diciembre del 2007. Disponible en la web site:
www.ceniap.gov.ve/pbd/revistascientificas/agronomia%20tropical/at2302/ari/avilan_1.htm
- 12- **ARCILA, J. y FARFAN, F.** 2007. Consideraciones sobre la nutrición mineral y orgánica en los sistemas de producción de café. En: Arcila, J., *et al* Eds. *Sistemas de producción y administración de cafetales*. CENICAFE. Colombia. Capítulo 9.
- 13- **ARCILA, J.** 2007a. crecimiento y desarrollo de la planta de café. En: Arcila, J., *et al* Eds. *Sistemas de producción y administración de cafetales*. CENICAFE. Colombia. Capítulo 2.
- 14- **ARCILA, J.** 2007b. Establecimiento del cafetal. En: Arcila, J., *et al* Eds. *Sistemas de producción y administración de cafetales*. CENICAFE. Colombia. Capítulo 4.
- 15- **BARRENECHEA, C.** 1986. *Café: Problemática y Alternativa*. Centro Peruano de Estudios Sociales. Lima. Perú.

- 16- BAKER, P.; BENTLEY, J; CHARVERIAT, C; DUQUE, H; LENFROY, J; MUNYUA, H.** 2001. The coffee smallholder. In: Baker, P. Ed. Coffee Futures. A source book of some critical issues confronting the coffee industry. CABI.
- 17- BENZING, A.** 2001. Agricultura orgánica, fundamentos para la región andina. Neckar-Verlag. Villingen-Schwenningen. Alemania.
- 18- BRESSANI F., BRAHAM J.** 1978. Pulpa de Café. Composición, Tecnología y Utilización. Instituto de Centro América y Panamá. Guatemala.
- 19- BUSINELLI, M., GIGLIOTTI, G. y GIUSQUIANI, P.L.** 1990. Applicazione del compost da RSU in agricoltura. I: effetto sulla produttività del mais e destino dei nutrienti e dei metalli pesanti nel terreno. *Agrochimica* 35 (1-2-3), 13-25.
- 20- BUCKERFIELD, J. y WEBSTER, K.** 1998. Compost as mulch for managing young vines. *The Australian Grapegrower and Winemaker*. October, pp. 75 – 78.
- 21- CABANILLAS, E.** 1993. Efecto de la fertilización magnesica y de las enmiendas orgánicas y químicas en el rendimiento en el cultivo de crisantemo (*Crisantemun morifolium*) cv. Yellow Polaris bajo RALF: Exudación.. Tesis de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- 22- CARUZO, E.; REYES, P.;** 2002. Niveles de fertilización con roca fosfórica en el rendimiento de biomasa de *Centrocema macrocarpum* y *Stylosanthes guianensis* en un sistema silvopastoril. Revisado el 7 de diciembre del 2007. Disponible en la web site:
www.inia.gob.pe/webinia/EditaExperimento_asp?wCodigoExp=068Modo=P
V 8wCodProyecto=498wanho=2002

- 23-CARVAJAL, J.** 1984. Cafeto: cultivo y fertilización. Instituto Internacional de la Potasa-Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
- 24-CASCIANI, A; GAMBAUDO, S.** 2007. Evaluación agronómica de un fertilizante compuesto con y sin el agregado de roca fosfórica en la secuencia trigo-soja. Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno campaña 2007. Estación experimental agropecuaria Rafaela-publicación miscelánea N° 107. Revisado el 01 de diciembre del 2007. Disponible en la web site: www.inta.gob.ar/rafaela/info/documento
- 25-CASTAÑEDA, E.** 2004. Bases Potenciales: de la Chacra Cafetalera Diversificada y Amigable con el Medio Ambiente. ADEX. Perú.
- 26-CASTAÑEDA, E.** 2000. EL ABC del Cultivo del Café: Cultivando Calidad. ADEX-USAID. Lima. Perú.
- 27-CASTAÑEDA E.** 1997. Manual Técnico Cafetalero. Proyecto ADEX-USAID. Lima. Perú.
- 28-CASTELLÓN J., MUSCHLER R. y JIMÉNEZ F.** 2000. Abonos orgánicos: efecto de sombra en almácigos de café. Agroforestería de las Américas 26: 30-33.
- 29-CASTRO, K.** 2001. Evaluación de la eficiencia del guano de isla en la mezcla formulada con abonos orgánicos y/o fertilizantes minerales. Estudio realizado en maíz y beterraga como cultivos indicadores. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. pp: 58
- 30-CEGARRA, J; HERNANDEZ, T; COSTA F.** 1983. Adición de residuos vegetales a suelos calizos. V
- 31-CHALARCA, J.** 1987El Café en la Vida de Colombia. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Colombia.

- 32- **CHAVEZ, M; SUAREZ, F.** 1997. Manual Practico de Caficultura Ecológica. Programa Integral para el Desarrollo del Café (PIDECAFE). Piura. Perú.
- 33- **CLIMENT, M.D., ARAGON, P., ABAD, M. y ROSELLÓ, M.V.** 1990. Utilización del compost de residuos sólidos urbanos como enmienda orgánica en agricultura. *Actas Ier. Congreso Internacional de Química* de la ANQUE 1, 171-180. Tenerife. España.
- 34- **CAFÉ PERU.** 1978. Como hacer un vivero de café, revista # 9. Lima. Perú.
- 35- **CRESPO R.** 1996. Café. Curso de Cultivos Tropicales. Dpto. de Fitotecnia. UNA La Molina. Lima.
- 36- **DOMINGUEZ, A.** 1984. Tratado de fertilizacion. Editorial Mundiprensa. Madrid. España.
- 37- **FASSBENDER, H.** 1986. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. IICA. San José. Costa Rica. 298 pp.
- 38- **FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA-CENICAFE.** 1994. Manual de cafetero colombiano. CENICAFE. Colombia.
- 39- **FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA-CENICAFE.** 1979. Manual del cafetero colombiano. CENICAFE. Colombia
- 40- **FIGUEROA R., FISHERWORRING B, ROSSKAMP R.** 1996. Guía para la Caficultura Ecológica. Café Orgánico. GTZ. Lima. Perú.
- 41- **FIRMAN, E.** 1969. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Editorial Omega. Barcelona. España.
- 42- **GUERRERO, J.** 1993. Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Red de Asociación Alternativa al uso de agroquimicos (RAAA). Lima. Perú. pp: 90.

- 43- GUHARAY, F; MONTERREY, J; MONTERROSO, D; STAYER C.**
2000. Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de Café. Manual técnico #
44. CATIE. Managua. Nicaragua.
- 44- GÁRATE, A. Y BONILLA, I. 2001.** Nutrición mineral y producción
vegetal. En: Fundamentos de Fisiología Vegetal. Azcón-Bieto y Talón (Eds.).
Mc Graw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. Universitat de Barcelona.
Madrid. pp: 113- 130.
- 45- HERNÁNDEZ, T. 1996.** Stimulation of barley growth and nutrients
absorption by humic substances originating from various organic materials.
Bioresource Technology 57 (3), 251 - 257.
- 46- JAIME, E y GARCIA, G. 2002.** Situación actual y perspectiva de la
agricultura orgánica y su relación con América latina. Manejo integrado de
plagas y agroecología. CATIE. Nº 64 pp:116-124. Costa Rica.
- 47- JULCA A., SOLANO W. y CRESPO R. 2002.** Crecimiento de *Coffea*
arabica variedad Caturra amarillo en almácigos con substratos orgánicos en
Chanchamayo, selva central del Perú. Investigación Agraria. Serie
Producción y Protección Vegetales 17(3), 353-365.
- 48- JUNTA NACIONAL DEL CAFÉ. s/f.** Revisado el 7 de diciembre del 2007.
Disponible en la web site: <http://www.juntadelcafe.org.pe/index.php>
- 49- KÜPPER, A. 1981.** Fatores climáticos e edáficos na cultura cafeeira En:
Nutricio e Adubacao do Cafeeiro. Ed. T. Yamada. Instituto da Potasa &
Fosfato (EUA) - Instituto Internacional da Potasa (Suica). Brasil. pp: 27-54.
- 50- KEELING, A. 1994.** Germination and growth of plants in media containing
unstable refuse derived compost. *Soil Biology and Biochemistry* 26 (6), 767-
772.

- 51- LOPEZ, C.; NARANJO, J.; VILLEGAS, E. y VALENCIA, A. 1972.**
Influencia de la altitud en el desarrollo de las plántulas de café en almácigo.
Cenicafe 23: 87-103.
- 52- LOPEZ, A; CASANOVA, E; CHACON, L; PAZ, M y GUERRERO, J.**
1991. Efectividad de la roca fosfórica del estado de Tachira usando maiz (*Zea mays* L.). Revista de la facultad de agronomía 17: 333-340. Revisado el 1 de diciembre del 2007. disponible en la web site:
http://64.4.38.249/att/GetAttachment.aspx?file=d1109141-4dd6-464c-aff1-5185e8bde5a6.htm&ct=dGV4dC9wbGFpbG_3d_3d&name=cmtmb3MuaHRt&inline=0&rfc=0&empty=False&imgsrc=&hm__login=ricardo_16182&hm__domain=hotmail.com&ip=10.1.106.214&d=d739&mf=0&hm__ts=Tue%2c%2029%20Apr%202008%2021%3a33%3a38%20GMT&hm__ha=8cc95407bca2848f37ea4cdecad88db5f11d7f3e&oneredir=1
- 53- LEÓN, J. 1968.** Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. IICA. San José, Costa Rica. 487 pp.
- 54- LUNGU, O. 1993.** Effects of lime an farmyard manure on soil acidity & maize growth on an acid alfisol from Zambia. *Tropical Agriculture* 70 (4), 309 - 314.
- 55- MALAVOLTA, E. y MORAES, F.1965.** Resultado de ensayos de adubacao. En: Cultura e Adubacao do Cafeiro. Instituto Brasileiro de Potassa. Sao Paulo. Brasil. pp: 207-232.
- 56- MULLER, L 1966.** Coffee nutrition. In: Temperate to tropical fruit nutrition. Somerset Press. Inc. New Jersey. USA. 888 pp.
- 57- MACHADO, D y DAVILA, C. 1996.** Efecto de fertilización con NPK, micronutrientes y gallinazo en el establecimiento de la asociación de alfalfa (*Medicago sativa*) y kikuyo (*Penisetum clandestinum*). Universidad de los

Andes. Revista Facultad de agronomía (LUZ). Vol 14, pp: 111-128. Merida. Venezuela. Revisado el 7/12/2007. Disponible en la web site: www.revfacagronluz.org.re/v14-1/v141z010.html

- 58-MARÍN G. y G. SOTO.** 2002. Caficultura orgánica como alternativa a la crisis. Manejo Integrado de Plagas N° 63: 104-108.
- 59-MESTRE A.** 1973. Utilización de la pulpa en almácigos de café. En: Avances Técnicos de Cenicafe N° 1-113. Tomo I. Federación de Cafeteros de Colombia. Chinchina. Colombia. pp: 43-44.
- 60-MILANES, M; RODRIGUES, H; RAMOS, R; RIVERA M.** 2005. Efecto del compost vegetal y del humus de lombriz en la producción sostenible de capítulos florales de *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. Revista cubana de plantas medicinales. Enero-abril 2005. Vol. 10. N° 01. Revisado el 07 de diciembre del 2007. Disponible en la web site: www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttex&pid=s102847962005000100008&nrm=iso
- 61-NAPOLION, J.** Manual del Caficultor Salvadoreño. Fundación Salvadoreña para la Investigación en Café. El Salvador.
- 62-NAVARRO, J.** 1992. Estudio de los efectos de la salinidad y de la adición al suelo de residuos orgánicos en plantas de tomate. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante. Alicante. España.
- 63-ORE, P.** 1995. Efecto de la reacción del suelo en la mineralización de nitrógeno de tres abonos orgánicos y absorción de nitrógeno en plantas de sorgo (*Sorghum vulgare* L.). Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. pp: 78

- 64-PINAMONTI, F.** 1998. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 51, 239 – 248.
- 65-RAMIREZ, R.** 2006. Eficiencia del uso de fósforo de la roca fosfórica por cultivares de maíz. Asociación Interciencia. Vol. 031: numero 001. Caracas. Venezuela.
- 66-RAVEN, P.; EVERT, R. and EICHHORN, S.** 1999. Biology of plants. 6. ed. New Cork, Freeman Publishers Co. 944 pp.
- 67-REDONDET, J; PEREZ, O; PAZ, D.** Efecto de los diferentes portadores de potasio en la producción de plántulas de tabaco negro. Estación experimental al tabaco. Pinar del Río. Cuba. Revisado el 7 de diciembre del 2007. Disponible en la web site:
http://by116w.bay116.mail.live.com/mail/EditMessageLigth.aspx?_ec=1&n=1261718026
- 68-RODAS, A; NUÑEZ, R; ESPINOSA, V; ALCANTARA, G.** 2001. Asociación Lupino-Maíz en la nutrición fosfatada de un andosol.. Terra Latinoamericana Abril-Junio. Vol. 19. Nº 002. Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp: del 141 al 154. Revisado el 01 diciembre del 2007. Disponible en la web site: www.redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf
- 69-RODRIGUEZ, I; CESAR, G.** 2006. Producao e qualidade de frutos de Laranjeira “pera” em funcao de fontes e doses de boro. Revista brasileira de fruticultura. Vol. 28. Nº 02. Revisado el 07 de diciembre del 2007. Disponible en la web site: www.scielo.br/pdf/v28n2/a40v28n2-pdf
- 70-ROMERO A., JIMÉNEZ F., MUSCHLER R.** 2000. Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*. Agroforestería de las Américas 26, 37- 39.

- 71- **RICE, P. J. Mc LEAN.** 1999. Sustainable coffee at the crossroads. A white paper prepared for the consumers Choice Council/www.consumerscouncil.org.
- 72- **SANCHEZ, L; PARRA, D; GAMBOA, E; RINCON, J.** 2005. Rendimiento de una plantación comercial de cacao ante diferentes dosis de fertilización con NPK en el sureste del estado de Tachira. *Bioagro*. Vol. 17. Nº 002. Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado". Revisado el 07/12/2007. Disponible en la web site:
www.scielo.org.ve/acielo.php?script=sci_arttext&s1316336120050008&ing=en&nrm=iso
- 73- **SANCHEZ, C.** 2003. Abonos orgánicos y lombricultura. Editorial RIPALME. Lima. Peru. 135 pp.
- 74- **SIMSONP, N.** 1991. Abonos y estiércoles. Editorial ACRIBIA S.A. Lima. Perú. pp: 135
- 75- **SOTO, G; MUÑOZ, E.** 2002. Consideraciones teóricas prácticas sobre el compost y su empleo en la agricultura orgánica. Manejo integrado de plagas y agroecología. *CATIE*. Nº 65, pp: 123-129. Costa Rica.
- 76- **SOTO, G; MUSCHLER, R.** 2001. Génesis, fundamentos y situación actual de la agricultura orgánica. Manejo integrado de plagas. *CATIE*. Nº 62 PP:101-105. Costa Rica
- 77- **TOKASHIRI, K.** 2003. Evaluación de algunos sustratos para la germinación de semillas y crecimiento inicial de plantas de paltos. Tesis ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- 78- **TAN, K.H.** 1994. The nature of humic acid-apatite interaction products and their availability to plant growth. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 25 (13-14), 2355 - 2369.

- 79-TANG, T.J.** 1993. Ethylene production in anaerobically incubated soils amendments with poultry litter. *Soil Science* 156 (3), 186 – 192.
- 80-TISDALE, S. NELSON, W.** 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial Uteha. México.
- 81-TAMHANE, R., MOTIRAMANI.** 1986. Suelos: Su química y fertilidad en suelos tropicales. Editorial Diana. Mexico.
- 82-THOMPSON, L.** 1982. Los suelos y su fertilidad. Cuarta Edición. New Cork.
- 83-TRANQUILINI W.** 1964. The physiology of plants at high altitudes. *Annual Review of Plant Physiology* 15: 345-362.
- 84-URBANO, P.** 1988. 2da edición. Tratado de Fitotecnia General. Edición Mundiprensa. España.
- 85-URIBE J.** 1977. Fosas para pulpa de café. En: Avances Técnicos de Cenicafé. Tomo I. Federación de Cafeteros de Colombia. Chinchina. Colombia. pp: 117-112.
- 86-UKERS, W.** 1922. All about coffee. New Cork, Tea and Coffee Trade Jour. Co. 796 pp.
- 87-UTIMENKO-BAKUMOVSKI.** 1980. El Cultivo de Plantas Tropicales y Subtropicales. Editorial MIR. MOSCU. Rusia.
- 88-VALENCIA G.** 1972. Utilización de la pulpa de café en los Almácigos. En: Avances Técnicos de Cenicafé. Tomo I. Federación de Cafeteros de Colombia. Chinchina. Colombia. pp: 21 - 22.
- 89-WARMAN, R.** 1998. Result of the long-term vegetable crop production trials: conventional vs. compost-amended soils. *Acta horticulturae* 469, 333-340

- 90- XIUCHONG, Z; GUOJION, L; JIANWU, Y; SHAOYING, A; LIXIAN, Y.** Fertilización balanceada del mango: experiencia en china. Revisado 07/12/2007 en:
[www.mn.nsf/87cb8a98bf72572b85256993c0053ea70/6e963a1368c7c86905256bd4007d228c/\\$FILE/mango%20China.pdf](http://www.mn.nsf/87cb8a98bf72572b85256993c0053ea70/6e963a1368c7c86905256bd4007d228c/$FILE/mango%20China.pdf)
- 91- YOUNG C. C.** Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedlings. *Plant and Soil* 195 (1), 143-149.
- 92- ZAVALETA, A.** 1982. Edafología, el suelo en relación a la producción. CONCYTEC. Lima.
- 93- ZENG, M; CAMPBELL, A; MAHLER, R.** 1993. Log yard fines as a soil amendments pot & fields studies. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 24 (15-16): 2025-2041

VIII. ANEXOS

Tabla 1.- Cantidades de abono aplicado para cada tratamiento en ensayo de café var. Caturra roja en vivero.

| TRAT. | Rep. | GI | RF | SK | Kei. | C | Ulex. | SZn |
|-------|------|------------------------|------|-----|------|-------|-------|-----|
| | | gramos/10 repeticiones | | | | | | |
| T1 | 10 | 0 | 13.9 | 7.9 | 21.9 | 0 | 0 | 0 |
| T2 | 10 | 14.2 | 4.0 | 3.3 | 21.9 | 0 | 0 | 0 |
| T3 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 0 | 0 | 0 |
| T4 | 10 | 28.4 | 0 | 2.6 | 21.9 | 0 | 0 | 0 |
| T5 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 0 | 0 | 0 |
| T6 | 10 | 28.4 | 9.0 | 2.6 | 21.9 | 0 | 0 | 0 |
| T7 | 10 | 28.4 | 2.0 | 0 | 21.9 | 0 | 0 | 0 |
| T8 | 10 | 28.4 | 2.0 | 1.0 | 21.9 | 0 | 0 | 0 |
| T9 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T10 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 11.0 | 0 | 0 | 0 |
| T11 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 0 | 0.3 | 0 |
| T12 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 0 | 0 | 0.5 |
| T13 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 0 | 0.3 | 0.5 |
| T14 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 0 | 0 | 0 |
| T15 | 10 | 0 | 13.9 | 7.9 | 21.9 | 102.4 | 0 | 0 |
| T16 | 10 | 14.2 | 4.0 | 3.3 | 21.9 | 102.4 | 0 | 0 |
| T17 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 102.4 | 0 | 0 |
| T18 | 10 | 28.4 | 0 | 2.6 | 21.9 | 102.4 | 0 | 0 |
| T19 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 102.4 | 0 | 0 |
| T20 | 10 | 28.4 | 9.0 | 2.6 | 21.9 | 102.4 | 0 | 0 |
| T21 | 10 | 28.4 | 2.0 | 0 | 21.9 | 102.4 | 0 | 0 |
| T22 | 10 | 28.4 | 2.0 | 1.0 | 21.9 | 102.4 | 0 | 0 |
| T23 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 0 | 102.4 | 0 | 0 |
| T24 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 11.0 | 102.4 | 0 | 0 |
| T25 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 102.4 | 0.3 | 0 |
| T26 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 102.4 | 0 | 0.5 |
| T27 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 102.4 | 0.3 | 0.5 |
| T28 | 10 | 28.4 | 2.0 | 2.6 | 21.9 | 102.4 | 0 | 0 |

GI: Guano de isla
C: Compost

RF: Roca fosfórica
Kei: Kieserita

SK: Sulfato de potasio
SZn: Sulfato de Zinc

Ulex: Ulexita

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre el peso fresco (g) de la planta de café var. Caturra en vivero

| Tratamientos | Parte aérea | Hojas | Raíces | Tallo |
|---------------------|--------------------|--------------|---------------|--------------|
| 1 | 1.84 b | 1.46 b | 1.02 ab | 0.38 bc |
| 2 | 2.96 abc | 2.34 abc | 1.36 ab | 0.62 abc |
| 3 | 3.61 a | 2.77 a | 1.63 a | 0.84 a |
| 4 | 3.42 a | 2.71 a | 1.28 ab | 0.71 abc |
| 5 | 3.50 a | 2.75 a | 1.37 ab | 0.75 ab |
| 6 | 3.37 a | 2.63 ab | 1.52 a | 0.74 ab |
| 7 | 3.11 abc | 2.46 abc | 1.32 ab | 0.65 abc |
| 8 | 3.23 ab | 2.60 ab | 1.17 ab | 0.63 abc |
| 9 | 2.85 abc | 2.27 abc | 1.02 ab | 0.58 abc |
| 10 | 3.72 a | 2.94 a | 1.30 ab | 0.78 a |
| 11 | 3.49 a | 2.69 a | 1.45 a | 0.80 a |
| 12 | 3.39 a | 2.60 ab | 1.59 a | 0.79 a |
| 13 | 3.12 abc | 2.56 ab | 1.13 ab | 0.56 abc |
| 14 | 1.93 bc | 1.58 bc | 0.71 b | 0.35 b |
| 15 | 2.61 abc | 2.03 abc | 1.16 ab | 0.58 abc |
| 16 | 2.49 abc | 1.96 abc | 1.25 ab | 0.53 abc |
| 17 | 2.85 abc | 2.29 abc | 1.12 ab | 0.56 abc |
| 18 | 3.19 abc | 2.48 abc | 1.53 a | 0.71 abc |
| 19 | 2.93 abc | 2.33 abc | 1.14 ab | 0.60 abc |
| 20 | 2.56 abc | 1.99 abc | 1.14 ab | 0.57 abc |
| 21 | 3.14 abc | 2.44 abc | 1.40 ab | 0.70 abc |
| 22 | 3.11 abc | 2.41 abc | 1.28 ab | 0.70 abc |
| 23 | 3.33 a | 2.60 ab | 1.42 a | 0.73 ab |
| 24 | 3.23 ab | 2.56 ab | 1.31 ab | 0.67 abc |
| 25 | 3.19 abc | 2.46 abc | 1.26 ab | 0.73 ab |
| 26 | 2.79 abc | 2.26 abc | 0.96 ab | 0.53 abc |
| 27 | 3.38 a | 2.56 ab | 1.27 ab | 0.79 a |
| 28 | 2.41 abc | 1.90 abc | 0.97 ab | 0.51 abc |

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre el peso total (g) de la planta de café var. Caturra en vivero

| Tratamientos | Parte aérea | Hojas | Raíces | Tallo |
|--------------|-------------|----------|---------|---------|
| 1 | 1.13 b | 0.89 b | 0.84 ab | 0.24 ab |
| 2 | 1.65 ab | 1.29 abc | 1.04 ab | 0.60 ab |
| 3 | 1.86 ab | 1.42 abc | 1.22 a | 0.44 a |
| 4 | 1.96 a | 1.57 a | 1.05 ab | 0.39 ab |
| 5 | 1.90 a | 1.51 a | 1.08 ab | 0.39 ab |
| 6 | 1.90 a | 1.49 a | 1.24 a | 0.41 a |
| 7 | 1.79 ab | 1.42 abc | 1.09 ab | 0.37 ab |
| 8 | 1.82 ab | 1.48 ab | 0.94 ab | 0.34 ab |
| 9 | 1.61 ab | 1.31 abc | 0.86 ab | 0.30 ab |
| 10 | 1.95 a | 1.57 a | 1.02 ab | 0.38 ab |
| 11 | 1.83 ab | 1.42 abc | 1.11 ab | 0.41 a |
| 12 | 1.89 a | 1.47 ab | 1.26 a | 0.42 a |
| 13 | 1.72 ab | 1.39 abc | 0.84 ab | 0.33 ab |
| 14 | 1.10 b | 0.90 bc | 0.59 b | 0.19 b |
| 15 | 1.56 ab | 1.22 abc | 0.89 ab | 0.34 ab |
| 16 | 1.49 ab | 1.16 abc | 0.99 ab | 0.33 ab |
| 17 | 1.57 ab | 1.25 abc | 0.88 ab | 0.32 ab |
| 18 | 1.85 ab | 1.43 abc | 1.23 a | 0.42 a |
| 19 | 1.58 ab | 1.28 abc | 0.87 ab | 0.30 ab |
| 20 | 1.47 ab | 1.13 abc | 0.88 ab | 0.34 ab |
| 21 | 1.83 ab | 1.46 ab | 1.12 ab | 0.37 ab |
| 22 | 1.68 ab | 1.31 abc | 1.03 ab | 0.37 ab |
| 23 | 1.73 ab | 1.35 abc | 1.11 ab | 0.38 ab |
| 24 | 1.66 ab | 1.30 abc | 0.94 ab | 0.36 ab |
| 25 | 1.76 ab | 1.37 abc | 1.01 ab | 0.39 ab |
| 26 | 1.60 ab | 1.29 abc | 0.79 ab | 0.28 ab |
| 27 | 1.85 ab | 1.45 abc | 1.01 ab | 0.40 ab |
| 28 | 1.40 ab | 1.09 abc | 0.83 ab | 0.26 ab |

Tabla 4. Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) durante el periodo de estudio

| | FECHA | | MAÑANA | | MEDIO DIA | | TARDE | |
|----|------------|------|--------|------|-----------|------|-------|----|
| | T | HR | T | HR | T | HR | T | HR |
| 1 | 12/06/2006 | 90.2 | 99.9 | 35.7 | 40.7 | 24.2 | 84.7 | |
| 2 | 13/06/2006 | 20.1 | 99.9 | 36.2 | 40.9 | 24.5 | 74.8 | |
| 3 | 14/06/2006 | 20.2 | 99.9 | 35.4 | 41.7 | 24.5 | 78.6 | |
| 4 | 15/06/2006 | 24.1 | 89.5 | 35.1 | 42.4 | 22.8 | 76.5 | |
| 5 | 16/06/2006 | 18.8 | 99.5 | 22.1 | 89.9 | 20.2 | 96.3 | |
| 6 | 17/06/2006 | 17.9 | 99.5 | 35.5 | 52.6 | | | |
| 7 | 19/08/2006 | 19.3 | 98.9 | 34.4 | 37.7 | 23.7 | 84.2 | |
| 8 | 20/06/2006 | 16.6 | 99.9 | 35.3 | 39.6 | 23.2 | 78 | |
| 9 | 21/06/2006 | 17.7 | 99.9 | 38.7 | 39.9 | 24.1 | 79.1 | |
| 10 | 22/06/2006 | 16.5 | 89.9 | 35.4 | 39.2 | 23.5 | 78.7 | |
| 11 | 23/06/2006 | 16.8 | 99.9 | 32.2 | 71.3 | 23.2 | 76.9 | |
| 12 | 24/06/2006 | 16.1 | 99.9 | 35.2 | 40.2 | | | |
| 13 | 26/06/2006 | 16.1 | 99.9 | 35.5 | 36.9 | 22.6 | 75.6 | |
| 14 | 27/06/2006 | 15.1 | 99.9 | 30.4 | 43.2 | 23.9 | 78.2 | |
| 15 | 28/06/2006 | 16 | 89.9 | 25.8 | 85.3 | 22.1 | 95.2 | |
| 16 | 29/06/2006 | 16.5 | 98.8 | 26.4 | 78.9 | 23.5 | 98.8 | |
| 17 | 30/06/2006 | 16.6 | 99.9 | 32.8 | 40.2 | 23 | 81.2 | |
| 18 | 01/07/2006 | 15.7 | 98.9 | 34.7 | 42.5 | | | |
| 19 | 03/07/2006 | 14.5 | 99.9 | 36.7 | 35.8 | 23.4 | 91.1 | |
| 20 | 04/07/2006 | 14.3 | 98.9 | 32.8 | 39.5 | 22.5 | 78.9 | |
| 21 | 05/07/2006 | 12.5 | 99.8 | 30.8 | 34.2 | 20.3 | 56.2 | |
| 22 | 06/07/2006 | 13.3 | 99.9 | 32.7 | 40.5 | 22.3 | 91.6 | |
| 23 | 07/07/2006 | 12.3 | 99.9 | 33.4 | 35.5 | 21.8 | 93.2 | |
| 24 | 08/07/2006 | 13.2 | 98.9 | 32.5 | 36.7 | | | |
| 25 | 10/07/2006 | 15.1 | 99.9 | 35.7 | 36.7 | 20.1 | 87.6 | |
| 26 | 11/07/2006 | 13.2 | 99.9 | 32.7 | 37.8 | 19.8 | 86.5 | |
| 27 | 12/07/2006 | 14.5 | 98.9 | 32.7 | 36.9 | 18.6 | 85.9 | |
| 28 | 13/07/2006 | 15.2 | 99.6 | 35.5 | 34.5 | 19.2 | 89.8 | |
| 29 | 14/07/2006 | 16.3 | 98.9 | 35.4 | 33.7 | 18.1 | 88.7 | |
| 30 | 15/07/2006 | 14.7 | 98.7 | 34.9 | 36.8 | | | |
| 31 | 17/07/2006 | 15.5 | 98.8 | 35.5 | 38.4 | 15.3 | 86.7 | |
| 32 | 18/07/2006 | 13.8 | 99.9 | 33.4 | 40.5 | 18.5 | 85.1 | |
| 33 | 19/07/2006 | 13.5 | 99.9 | 31.8 | 36.6 | 15.4 | 89.8 | |
| 34 | 20/07/2006 | 12.5 | 99.9 | 35.6 | 38.1 | 15.1 | 85.4 | |
| 35 | 21/07/2006 | 14.1 | 98.9 | 30.9 | 40.1 | 16.2 | 90.1 | |
| 36 | 22/07/2006 | 12.3 | 99.7 | 34.8 | 34.9 | | | |
| 37 | 24/07/2006 | 16.6 | 99.9 | 30.1 | 38.8 | 16.5 | 87.4 | |
| 38 | 25/07/2006 | 18.1 | 98.6 | 32.9 | 43.5 | 15.4 | 90.2 | |
| 39 | 26/07/2006 | 15.4 | 89.9 | 32.5 | 40.2 | 18.1 | 86.5 | |
| 40 | 27/07/2006 | 14.4 | 98.7 | 32.9 | 39.1 | 18.4 | 70.2 | |
| 41 | 28/07/2006 | 16.5 | 97.2 | 35.3 | 40.5 | 17.5 | 80.9 | |
| 42 | 29/07/2006 | 15.6 | 98.3 | 32.7 | 38.2 | | | |
| 43 | 31/07/2006 | 16.8 | 83.9 | 35.5 | 33.2 | 20.2 | 82.1 | |
| 44 | 01/08/2006 | 18.1 | 86.8 | 34.3 | 36.9 | 18.1 | 86.3 | |
| 45 | 02/08/2006 | 15.9 | 96.7 | 35.1 | 34.4 | 16.3 | 90.1 | |
| 46 | 03/08/2006 | 17.2 | 88.9 | 34.9 | 36.5 | 17.9 | 81.3 | |
| 47 | 04/08/2006 | 16.3 | 89.8 | 33.8 | 35.9 | 18 | 85.2 | |
| 48 | 05/08/2006 | 17.9 | 98.9 | 35.1 | 34.8 | 16.9 | 90.2 | |
| 49 | 06/08/2006 | 18.1 | 89.9 | 36.3 | 38.3 | 17.3 | 80.1 | |
| 50 | 07/08/2006 | 16.5 | 98.5 | 35.2 | 33.2 | 18.5 | 92.5 | |
| 51 | 08/08/2006 | 17.2 | 95.1 | 35.5 | 33.1 | 19 | 90.5 | |
| 52 | 09/08/2006 | 17.5 | 98.3 | 34.2 | 36.1 | 18.3 | 89.1 | |
| 53 | 10/08/2006 | 18.1 | 98.1 | 35.6 | 34.2 | 17.5 | 98.5 | |
| 54 | 11/08/2006 | 18.2 | 99.9 | 34.8 | 32.5 | 18.9 | 87.1 | |
| 55 | 12/08/2006 | 17.8 | 99.7 | 35.4 | 34.3 | | | |
| 56 | 14/08/2006 | 16.7 | 85.7 | 32.3 | 19.2 | 19.2 | 88.3 | |
| 57 | 15/08/2006 | 17.7 | 83.2 | 33.4 | 20.6 | 20.6 | 86.4 | |
| 58 | 16/08/2006 | 19.2 | 85.9 | 54.8 | 24.4 | 24.4 | 81.6 | |
| 59 | 17/08/2006 | 18.1 | 94.2 | 34.2 | 25.1 | 25.1 | 81.2 | |
| 60 | 18/08/2006 | 16.3 | 96.8 | 38.9 | 23.1 | 23.1 | 85.4 | |
| 61 | 19/08/2006 | 18 | 98.1 | 44.2 | 18.4 | 18.4 | | |
| 62 | 21/08/2006 | 16.3 | 96.1 | 30.4 | 40.5 | 20.5 | 84.6 | |
| 63 | 22/08/2006 | 17.2 | 97.5 | 31.1 | 45.2 | 20.8 | 87.2 | |
| 64 | 23/08/2006 | 16.5 | 99.9 | 31.4 | 43 | 21.7 | 80.1 | |
| 65 | 24/08/2006 | 15.8 | 99.8 | 30.2 | 42.8 | 18.9 | 79.9 | |
| 66 | 25/08/2006 | 16.4 | 98.3 | 30.6 | 44.2 | 23.2 | 90.1 | |
| 67 | 26/08/2006 | 17.2 | 96.2 | 35.9 | 32.6 | 29.1 | 80.1 | |
| 68 | 28/08/2006 | 18.2 | 98.9 | 35.4 | 38.9 | 23.6 | 76.9 | |
| 69 | 29/08/2006 | 20.1 | 99 | 34.4 | 36.2 | 21.2 | 80.6 | |
| 70 | 30/08/2006 | 19.2 | 99.4 | 35.2 | 34.8 | 20.5 | 82.3 | |
| 71 | 31/08/2006 | 18.9 | 98.6 | | | | | |
| 72 | 01/09/2006 | 17.9 | 98.4 | 34.3 | 33.7 | 21.1 | 80.2 | |
| 73 | 02/09/2006 | 18.8 | 99.3 | 35.2 | 32.5 | | | |
| 74 | 04/09/2006 | 18.5 | 97.6 | 34.2 | 33.6 | 23.5 | 80.4 | |
| 75 | 05/09/2006 | 17.9 | 96.7 | 32.9 | 32.9 | 20.7 | 84.2 | |
| 76 | 06/09/2006 | 16.9 | 97.5 | 30.8 | 30.8 | 22.6 | 85.3 | |
| 77 | 07/09/2006 | 15.6 | 95.9 | 33.2 | 3.2 | 24.3 | 83.9 | |
| 78 | 08/09/2006 | 19.3 | 99.7 | 30.2 | 30.2 | 18.9 | 79.6 | |
| 79 | 09/09/2006 | 18.2 | 98.8 | 34.1 | 34.1 | 21.3 | 81.6 | |
| 80 | 12/09/2006 | 18 | 85.9 | 33.8 | 36 | | | |

Tabla 5. Resultados de análisis químicos de suelos procedentes de plantaciones de café en la selva central del Perú (UNALM, 2006)

| Procedencia de la muestra | pH (1:1) | C.E. (1:1) dS/m | CaCO ₃ % | M.O. % | P ppm | K ppm | Análisis Mecánico | | | Clase Textural | CIC | Cambiabiles | | | | | Suma De Cationes | Suma de Bases | % Sat. De Bases |
|------------------------------|-------------|-----------------------|------------------------|-----------|----------|----------|-------------------|------|---------|-------------------|-------|------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | | | | | | Arena | Limo | Arcilla | | | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | Na ⁺ | Al ⁺³ + H ⁺ | | | |
| | | | | | | | % | % | % | | | me/100g | | | | | | | |
| Cooperativa La Florida | 5.2 | 0.24 | 0.00 | 3.7 | 4.9 | 72 | 20 | 56 | 24 | Fr.L. | 16.00 | 2.97 | 0.70 | 0.12 | 0.18 | 2.30 | 6.27 | 3.97 | 25 |
| Cooperativa La Florida | 4.8 | 0.13 | 0.00 | 4.5 | 8.7 | 208 | 38 | 34 | 28 | Fr.Ar. | 23.20 | 4.95 | 1.18 | 0.40 | 0.23 | 2.40 | 9.16 | 6.76 | 29 |
| Cooperativa La Florida | 4.5 | 0.16 | 0.00 | 3.2 | 6.8 | 151 | 28 | 42 | 30 | Fr.Ar. | 16.96 | 1.79 | 0.60 | 0.17 | 0.18 | 1.70 | 4.44 | 2.74 | 16 |
| Cooperativa La Florida | 3.9 | 0.21 | 0.00 | 6.3 | 4.0 | 117 | 54 | 28 | 18 | Fr.A. | 28.48 | 0.52 | 0.20 | 0.16 | 0.19 | 10.10 | 11.17 | 1.07 | 4 |
| Cooperativa La Florida | 4.4 | 0.11 | 0.00 | 7.1 | 4.0 | 141 | 30 | 38 | 32 | Fr.Ar. | 33.60 | 2.80 | 0.61 | 0.21 | 0.24 | 10.40 | 14.26 | 3.86 | 11 |
| Cooperativa La Florida | 5.4 | 0.17 | 0.00 | 3.2 | 7.7 | 69 | 28 | 54 | 18 | Fr. L. | 15.52 | 7.36 | 1.06 | 0.13 | 0.14 | 1.50 | 10.19 | 8.69 | 56 |
| Fundo Santa Teresa | 4.2 | 0.14 | 0.00 | 2.6 | 6.8 | 107 | 74 | 18 | 8 | Fr. A. | 8.64 | 1.90 | 0.28 | 0.26 | 0.19 | 2.00 | 4.63 | 2.63 | 30 |
| Fundo La Génova ¹ | 4.3 | 0.11 | 0.00 | 2.4 | 48.3 | 116 | 64 | 28 | 8 | Fr. A. | 10.72 | 3.81 | 0.58 | 0.31 | 0.22 | 1.00 | 5.92 | 4.92 | 46 |

A = arena ; A.Fr. = arena franca ; Fr.A. = franco arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = franco Limoso ; L = limoso ; Fr.Ar.A. = franco arcillo arenoso ; Fr.Ar. = franco arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco arcillo limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = arcillo limoso ; Ar. = Arcilloso

1/ Suelo seleccionado para ser usado como substrato en los ensayos de vivero