

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA**



**EFFECTO DE DOSIS DE ABONO COMPUESTO EN DOS VARIEDADES DE
CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN FASE DE VIVERO EN TINGO MARIA”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

ULISES RIVAS TORRES

PROMOCIÓN 2010 - II

Tingo María – Perú

2013

DEDICATORIA

A DIOS por guiar siempre mis pasos,
darme la vida, la fuerza y el valor
necesario para seguir adelante y
cumplir con una de mis metas más
deseadas en la vida.

A mis padres Gregorio RIVAS y
Martha TORRES, a quienes robé
buena parte del tiempo que invertí en
esta formación, por ser mi estímulo
permanente.

A mis hermanos Marilú, Thais y
Javier quienes me llenan de
bendiciones y guían mis pasos.
Quienes han mantenido y mantienen
su fe en mí.

A la compañera de mi vida, mi
adorada Cintia TRELLES
FERNANDEZ, por la intensidad de su
amor y estímulo para una existencia
dichosa y fecunda.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables que contribuyeron a mi formación profesional.
- A mi asesor Ing. Juan Pablo RENGIFO TRIGOZO, por sus incontables orientaciones durante la ejecución y redacción de la investigación.
- A mi asesor Ing. M. Sc. Hugo A. HUAMANI YUPANQUI, por su aporte y orientación durante la ejecución y redacción de la investigación.
- A la Sra. Esmeralda FERNANDEZ SOLIS, por el apoyo desinteresadamente en los momentos más difíciles de mi formación profesional.
- A los miembros del jurado de tesis, Ing. Jaime Torres García, Ing. MSc. Jorge Adriazola Del Águila y al Ing. Mg. Roberto Obregón Peña
- A mis amigos (as) Juan VARGAS ROJAS, Frits PALOMINO VERA, David QUISPE JANAMPA, Joe GARCIA ROSALES, Edwin ALLCAHUAMAN MAÑUICO, José GASPAS ALEGRE, Fernando ORE DIAZ, Mauro ALVARADO FATAMA, Wilder TRUJILLO SALAS, Miriam NAVARRO VASQUEZ y Yoselyn POMA ARRIETA, quienes compartieron conmigo invalorable momentos durante mi etapa universitaria.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Fertilización.....	15
2.2. Niveles críticos de nutrientes en el suelo.....	17
2.3. Absorción de nutrientes y pH	20
2.4. Abono compuesto	23
2.4.1. Formulación del abono compuesto	24
2.4.2. Composición del abono compuesto	24
2.4.3. pH del abono compuesto	25
2.4.4. Propiedades físicas del abono compuesto.....	25
2.4.5. Características del producto	25
2.4.6. Propiedades del abono compuesto.....	25
2.4.7. Acción biológica del abono compuesto	25
2.5. El sustrato	27
2.5.1. Funciones de los sustratos	27
2.5.2. Cualidades de un buen sustrato	29

	4
2.6. Características generales de café	29
2.6.1. Taxonomía del café	29
2.6.2. Variedad Caturra	30
2.6.3. Variedad Catimor	31
2.6.4. Propagación	31
2.6.5. Fertilización del café	34
2.7. Función y síntomas de deficiencia de nutrientes	36
2.7.1. Nitrógeno	36
2.7.2. Potasio	38
2.7.3. Fósforo	40
2.8. Antecedentes de investigación	41
III. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. Lugar de ejecución	42
3.2. Materiales y equipos	43
3.2.1. Unidad experimental	43
3.2.2. Componentes del sustrato	43
3.2.3. Materiales de campo	43
3.2.4. Materiales de laboratorio	44

	5
3.2.5. Equipos	44
3.3. Tratamientos utilizados	44
3.4. Metodología	47
3.4.1. Fase de campo	47
3.4.2. Fase de laboratorio	51
3.4.3. Fase de gabinete	54
IV. RESULTADOS	55
4.1. De la evaluación del efecto de los cuatro dosis de abono compuesto en dos variedades de café	55
4.1.1. Altura total	55
4.1.2. Diámetro de tallo.....	58
4.1.3. Sanidad de hojas	60
4.1.4. Área foliar	62
4.1.5. Longitud y volumen radicular	63
4.1.6. Peso fresco y peso seco	65
4.1.7. Propiedades químicas de los sustratos.....	69
4.1.8. Costos	69
V. DISCUSIÓN	71

	6
5.1. Altura total.....	71
5.2. Diámetro de tallo.....	71
5.3. Sanidad de hojas.....	73
5.4. Área foliar.....	74
5.5. Longitud y volumen radicular.....	75
5.6. Peso fresco y peso seco.....	76
5.7. Propiedades químicas de los sustratos.....	77
5.8. Costos.....	79
VI. CONCLUSIONES.....	80
VII. RECOMENDACIONES.....	82
ABSTRACT.....	83
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXO.....	90

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Niveles críticos de N P K en el suelo.	17
2. Tipos de acidez del suelo en función al pH.....	21
3. Condiciones meteorológicas de Diciembre 2011 – Junio 2012.....	42
4. Descripción de los tratamientos por variedad.	44
5. Factores estudiados y sus correspondientes dosis.....	45
6. Disposición de dosis y tratamiento según la variedad.	46
7. Esquema del análisis de varianza (ANVA).	46
8. Parámetros de análisis/determinación y métodos.....	54
9. Comparación de promedios respecto a la altura.	56
10. Comparación de promedios respecto al diámetro del tallo.	58
11. Comparación de promedios respecto al porcentaje de hojas sanas.	61
12. Comparación de promedios respecto al área foliar.....	62
13. Comparación de promedios con la longitud y volumen de la raíz.	64

14. Comparación de promedios con el peso fresco y peso seco.	66
15. Propiedades químicas de los sustratos y abono compuesto.	69
16. Costo de producción de plántones de café para una hectárea según tratamientos.	70
17. Análisis de varianza de la altura total a los 30 días de evaluación.	91
18. Análisis de varianza de la altura total a los 60 días de evaluación.	91
19. Análisis de varianza de la altura total a los 90 días de evaluación.	92
20. Análisis de varianza de la altura total a los 120 días de evaluación.	92
21. Análisis de varianza del diámetro del tallo a 30 días de evaluación.	93
22. Análisis de varianza del diámetro del tallo a 60 días de evaluación.	93
23. Análisis de varianza del diámetro del tallo a 90 días de evaluación.	94
24. Análisis de varianza del diámetro del tallo a 120 días de evaluación.	94

25.	Análisis de varianza del porcentaje de hojas sanas.....	95
26.	Análisis de varianza del área foliar de una hoja.....	95
27.	Análisis de varianza del área foliar total.	96
28.	Análisis de varianza de la longitud de la parte aérea.	96
29.	Análisis de varianza de la longitud de la parte radicular.	97
30.	Análisis de varianza del volumen radicular.	97
31.	Análisis de varianza del peso fresco de la parte aérea.	98
32.	Análisis de varianza del peso fresco en la parte radicular.	98
33.	Análisis de varianza del peso seco en la parte aérea.	99
34.	Análisis de varianza del peso seco en la parte radicular.	99
35.	Presupuesto para el tratamiento testigo.	100
36.	Presupuesto para el tratamiento testigo (T_1).	101
37.	Presupuesto para el tratamiento dos (T_2).	102
38.	Presupuesto para el tratamiento tres (T_3).	103

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Promedios estimados de la altura total en las cuatro evaluaciones en la variedad Catimor.....	56
2. Promedios estimados de la altura total en las cuatro evaluaciones en la variedad Caturra.	57
3. Comparación de la altura total con las dos variedades.....	57
4. Promedios estimados del diámetro de tallo en cuatro evaluaciones de la variedad Catimor.....	59
5. Promedios estimados del diámetro de tallo en las cuatro evaluaciones en la variedad Caturra.	59
6. Comparación del diámetro de tallo en las dos variedades.....	60
7. Comparación de las hojas sanas en las dos variedades.	61
8. Comparación del área foliar en las dos variedades.	63
9. Comparación de la longitud radicular en las dos variedades.	64
10. Comparación del volumen radicular en las dos variedades.	65
11. Comparación del peso fresco parte aérea con las dos variedades.....	67

12. Comparación del peso fresco parte radicular con las dos variedades.....	67
13. Comparación del peso seco parte aérea con las dos variedades.....	68
14. Comparación del peso seco parte radicular con las dos variedades.....	68
15. Acondicionamiento de las bolsas.	104
16. Evaluación del diámetro de tallo.....	104
17. Evaluación de la altura total en café.	105
18. Presencia de deficiencia de hierro en planta de café.....	105
19. Longitud aérea y radicular de plantas de café bajo dosis de abono compuesto.....	106
20. Análisis de sustrato en laboratorio de suelos de la FRNR.	106
21. Visita al germinador del presidente del jurado calificador de la investigación.	107
22. Visita del miembro de jurado calificador a la investigación.	107
23. Análisis del suelo extraído del BRUNAS.	108
24. Análisis del abono compuesto.	109
25. Croquis de distribución de la investigación.....	110

RESUMEN

Buscando determinar el efecto del sustrato con cuatro dosis de abono compuesto, en dos variedades de la especie café (*Coffea arabica* L.) durante la fase de vivero, entre diciembre 2011 - junio 2012, tuvo lugar en el vivero forestal y ornamental El Silvicultor de la Facultad de Recursos Naturales Renovables en Tingo María. Se utilizó semillas de café de las variedades Catimor y Caturra bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial de 4 niveles en 2 variedades en 5 repeticiones de parcelas divididas (EPD). Se utilizaron bolsas de polietileno que contenían 1.5 Kg de sustrato, se determinó que la variedad Caturra presentó mejor comportamiento en el crecimiento de la variable altura total de la planta (18.54 cm, T₁) y longitud radicular (30.7 cm, T₀), la variedad Catimor presentó mayor valor promedio en el diámetro del tallo (2.99 mm, T₁), porcentaje de hojas sanas (97.4%, T₀), área foliar total (434.19 cm², T₂) y peso seco de la parte aérea (2.60 g, T₁). El volumen y peso fresco radicular fueron afectados negativamente en las dos variedades al utilizar T₃. El sustrato donde se utilizó T₃, ha tenido mayor valor de pH, fósforo y potasio, mientras que la materia orgánica y nitrógeno fue superior en el sustrato con T₂. Se logró determinar que la dosis T₁ presentó mayor crecimiento en las variables evaluadas, y las variedades de café presentaron comportamiento variables de acuerdo a cada parámetro.

I. INTRODUCCIÓN

Según el PROGRAMA NACIONAL DE COMPETITIVIDAD (2005) las tendencias en el consumo del café han variado en una forma sustancial, a partir de la culminación de la Segunda Guerra Mundial, hecho que ha sido principalmente motivado por el crecimiento y desarrollo de la industria del café.

En el Perú, el café es uno de los principales productos de exportación y su producción es una de las actividades que ha sostenido un amplio sector de nuestro país.

La mayor parte de la producción del café peruano se destina a la exportación, ya que solo entre el 6 y el 10% de esta se consume en el mercado interno. En la actualidad, el Perú participa con el 2.37% en el mercado mundial del café y esta participación presenta en la actual coyuntura una tendencia a crecer. Así mismo se ha convertido, después de México en el segundo productor de café orgánico en el mundo. Esta producción orgánica ha crecido rápidamente en los últimos años (16 000 agricultores con una superficie de 36 000 ha), y ello ha llevado que se establezca sistema de producción que respete normas de conservación de suelos, de aplicación de abonos, de control ecológico de plagas y enfermedades y de tratamiento de sus aguas dentro de sistema de producción.

La investigación surge a raíz de una incógnita del querer demostrar en qué proporción o cantidad de abono compuesto se podrá utilizar en la selva, ya que este abono ha sido utilizado en la sierra (Huánuco), en el proyecto “Reforestación con fines de protección de suelos y mejoramiento del medio ambiente en las laderas circundantes a las zonas urbanas del distrito de Huánuco, Amarilis y Pillcomarka - provincia y región Huánuco”, sabiendo que el abono compuesto es un abono que aún no ha sido certificado nace el interés por realizar una investigación al respecto, planteándose como objetivos lo siguiente:

- Evaluar el efecto de cuatro dosis de abono compuesto (Linfasoil) para la producción de plántones de Caturra y Catimor, en los parámetros altura, diámetro, área foliar, longitud de raíz, volumen radicular, peso fresco y peso seco de las variedades en estudio.
- Evaluar el contenido de materia orgánica (M.O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), y pH del suelo y abono compuesto (Linfasoil).
- Evaluar el porcentaje de forma cualitativo y cuantitativo de síntomas en las hojas de las dos variedades.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Fertilización

Todas las plantas necesitan alimentarse para crecer y desarrollarse, las plantas no sólo se deben abonarse con estiércol, sino también con abonos químicos que no contengan antibióticos, estos resultan muy dañinos para la vida del suelo, puesto que los antibióticos matan gusanos que se encuentran en ella. Los productos químicos mejoran la formación de la materia orgánica. Se recomienda abonar en la época de otoño, ligeramente enterrado (FLORES *et al.*, 1996).

La falta de nutrientes o el desequilibrio nutricional del suelo suele predisponer a la plantación a ataque de hongos e insectos, debido al desequilibrio fisiológico que se crea por la deficiente nutrición del árbol y que hace que la plantación sea más susceptible a ataques de enfermedades y plagas (MONTERO *et al.*, 2003).

FISCHERSWORRING y ROßKAMP (2001) indican que la gran diferencia que existe entre los fertilizantes químico-sintéticos y los abonos orgánicos es que los primeros son altamente solubles y son aprovechados por las plantas en menor tiempo, pero generan desequilibrios en el suelo (acidificación, destrucción del edafón, etc.), mientras que los últimos actúan de

forma indirecta y lenta. Con la aplicación de abonos orgánicos se busca aumentar la materia orgánica del suelo así como la cantidad, diversidad y actividad del edafón, como se denomina a la totalidad de los organismos vivos del suelo, compuesto de hongos, algas, bacterias, actinomicetes, lombrices de tierra y otra cantidad de micro, meso y macro fauna (ciempiés, chinches, etc.).

Por medio del edafón y la materia orgánica se mejora la textura y estructura del suelo y se incrementa su capacidad de retención de nutrientes (capacidad de intercambio de cationes), liberándolos progresivamente en la medida que la planta los demande. Además, al incrementarse la porosidad del suelo mejora su oxigenación y permeabilidad. Los suelos orgánicos son más profundos, tienen mayor capacidad de infiltración por lo cual se reduce la escorrentía del agua y la erosión, aumentan la retención de la humedad en el tiempo de sequía, permiten una mayor captación de nutrientes evitando su lixiviación (K) y aumentan la solubilidad de nutrientes. La formación de agregados y coloides orgánicos-minerales por medio de la actividad del edafón, especialmente las lombrices de tierra y la presencia de hongos generan estructuras más resistentes a la erosión (FISCHERSWORRING y ROßKAMP, 2001).

Para un buen desarrollo radical es necesario una determinada cantidad de aire, bajo condiciones de mala aireación disminuye el contenido de oxígeno, aumenta el CO₂ y se producen gases nocivos tales como el metano, ácido sulfhídrico que provocan una disminución de crecimiento radical,

absorción de agua y nutrientes y también de la vida microbiana en el suelo (FASSBENDER, 1975).

KRAMER (1974) menciona que la deficiencia de aireación del suelo se determina por el tipo de suelo, clase de cultivo, temperatura, duración de anegamiento y presencia de microorganismos.

2.2. Niveles críticos de nutrientes en el suelo

La zona selvática debido a la alta meteorización de sus suelos, generalmente de naturaleza ácida, presentan limitaciones en cuanto a la disponibilidad de nutrientes (ZAVALA, 2002).

Cuadro 1. Niveles críticos de N P K en el suelo.

Nivel crítico	Cantidad de nutrientes en el suelo		
	N (%)	P (ppm)	K ₂ O (k/ha)
Bajo	< 0.1	0 – 6	0 - 300
Medio	0.1 – 0.2	7-14	300 – 600
Alto	> 0.2	> 14	> 600

Fuente: ZAVALA (2002).

Todos los minerales (elementos) determinados en el análisis de suelo son disponibles para la nutrición del cafeto, sin embargo, las cantidades varían de un elemento a otro. Y cuando se comparan con las cantidades de nutrientes óptimas que el cafeto requiere para su nutrición (rango adecuado),

se conoce el nivel de suficiencia de cada nutriente (niveles: bajo, óptimo y excesivo).

Por ejemplo, para el elemento fósforo (P), en el análisis de laboratorio se determinó una cantidad disponible de 6.6 partes por millón (ppm), para la nutrición del cafeto, sin embargo, la cantidad ideal óptima, que el cafeto requiere está entre 20 y 45 ppm. Esto significa que una dosis suficiencia del elemento P es bajo, por tanto será necesario aplicar un nutriente mineral que contenga fósforo (P_5O_2) para llegar y/o superar el nivel óptimo, para tener en reserva. Mientras que en el caso del Aluminio, cantidades superiores a partir de 0.7 miliequivalentes por cada cien gramos de suelo (meq/100 g), son elevadas, negativas y tóxicas, provocando que otros nutrientes, como el fósforo, hierro, boro, zinc, etc., no sean disponibles para la nutrición del cafeto (QUIJANO y GIL, 2008).

Según la literatura (MONGE, 1999), el café requiere un sustrato con las siguientes características 10 – 30 ppm de P y 0.2 (me/100 g suelo) de K, 4 - 20 (me/100 g suelo) de Ca, 1 - 10 (me/100 g suelo) de Mg, 0.3 (me/100 g suelo) de Al, 10 – 50ppm de Fe, 1 – 20ppm de Cu, 3 – 15 ppm de Zn y 5 – 50 ppm de Mg. Además, se ha encontrado que en el cultivo del café se tienen los niveles críticos foliares: N (2.5 - 3.5%), P (0.15 - 0.35%), K (2.0 - 3.0%), Ca (0.8 - 1.6%), Mg (0.3 - 0.5%) y S (0.25 - 0.5%).

La materia orgánica de los cafetales se origina de los restos vegetales como las hojas, ramas, tallos, etc., que caen al suelo, y que poco a

poco se transforman, por descomposición y mineralización en nutrientes solubles y por humificación a complejos coloidales húmicos que favorecen la nutrición del cafeto y el crecimiento de las raíces.

En el resultado del análisis de suelos, el contenido de materia orgánica se reporta en porcentaje (%), por Ejemplo, el porcentaje óptimo de MO para el cafeto está entre el 2.1 a 5.7%, los valores menores a 2.1% indican suelos bajos en MO, mientras que un valor arriba de 5.7% indica exceso (QUIJANO y GIL, 2008).

En relación al suelo si bien el café presenta una notable adaptación a diferentes condiciones edáficas, son de esperar los mejores resultados productivos, en suelos profundos (> 1.5 m) de una acidez moderada (pH 5 a 6.5), altos contenidos de materia orgánica (> 5%), elevados porcentajes de saturación de bases, adecuados contenidos de macro y micronutrientes y ausencia de elementos en niveles tóxicos. Todo esto acompañado de texturas medias (Francas a Franco Arcillosas) que junto a buenas condiciones estructurales favorezcan un apropiado balance entre el drenaje del suelo y su capacidad de retener agua (CHAVES, 1999).

El contenido de MO de los suelos es importante no solo por su relación con la capacidad de retener humedad y nutrientes, sino por el mejoramiento de la estructura de los suelos. El porcentaje de MO en los primeros 20 cm de suelo debe estar entre 2 y 4% para un mejor crecimiento y desarrollo de la planta. Las zonas cafetaleras que están dentro de este rango

son Rodríguez de Mendoza, Utcubamba, Bagua, VRAE, San Ignacio, Jaén, Quillabamba, San Juan del Oro, Lamas, Moyobamba y Rioja (PROAMAZONIA, 2003).

El contenido de materia orgánica mejora la estructura e influencia en la absorción y retención de agua el mantenimiento de bases cambiables y la capacidad de suministrar nitrógeno, fósforo, magnesio y otros elementos nutritivos a la planta, (REATEGUI, 2010).

2.3. Absorción de nutrientes y pH

Unas de las propiedades químicas particularmente interesantes en el ámbito de la fertilización es la reacción del suelo. Varias investigaciones han demostrado el efecto importante que tiene esta propiedad química del suelo en la movilización de los nutrientes. Así, la mayoría de los nutrientes responden adecuadamente a una reacción cercana al neutro (6.3 – 7.3).

Uno de los problemas de los suelos tropicales es la acidez, debido principalmente a las condiciones de alta meteorización, con reacciones de moderadamente ácido a extremadamente ácido (ZAVALA, 2002).

BALAGER (1999) indica que el exceso de compactación puede afectar a las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato. Lo cual nos indica cuán importante es tener un sustrato con características físico-químicas ideales para el desarrollo de la raíz y que pueden captar sus nutrientes y tener un buen desarrollo de la parte aérea.

Cuadro 2. Tipos de acidez del suelo en función al pH.

Término descriptivo	Rango de pH
Extremadamente ácido	< 4.5
Muy fuertemente ácido	4.0 – 5.0
Fuertemente ácido	5.1 – 5.5
Moderadamente ácido	5.6 – 6.0
Ligeramente ácido	6.1 – 6.5
Neutral	6.6 – 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 – 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 – 8.4
Fuertemente alcalino	8.5 – 9.0
Muy fuertemente alcalino	> 9.0

Fuente: ZAVALA (2002).

La importancia del pH radica en que los nutrientes del suelo y los organismos biológicos que transforman los minerales para que sean disponibles en la solución del suelo y absorbidos por el cafeto necesitan estar en un rango de pH adecuado. Ejemplo, cuando el pH es menor de 4.0 es nominado extremadamente ácido (EA) y cuando tiene el valor entre 4.1 y 4.9 muy fuertemente ácido (MFA), en ambos casos el fósforo se combina con el hierro y el aluminio para formar compuestos minerales insolubles que el cafeto no puede utilizarlos, debido a que es una acumulación tóxica que afecta el crecimiento vegetativo: raíces, tallos y ramas. El suelo para el cultivo del café tiene rango óptimo de pH entre 5.5 y 6.5, nominado de mediano a ligeramente

ácido y es en este rango, que la mayor parte de los elementos minerales están disponibles (QUIJANO y GIL, 2008).

El café prefiere los suelos ligeramente ácidos, es decir un pH 5.0 - 6.0. Aun así se pueden obtener buenos rendimientos en suelos más ácidos, siempre que las propiedades físicas del suelo buenas. En los suelos cafetaleros es común encontrar pH inferiores a 5.0, por lo que la adición de calcio como corrector de acidez es una práctica común en el manejo de una plantación de café (MONGE, 1999).

PROAMAZONIA (2003) afirma que según algunos especialistas, el pH para el café debe estar entre 4.5 - 5.5, valores donde indican que esta planta es tolerante a suelos ácidos. Las zonas de VRAE, Jaén, Satipo, Villa Rica, Oxapampa, San Juan del Oro, Lamas, Moyobamba y Rioja, cuentan con suelos adecuados en pH (4.5 - 5.5). Rodríguez de Mendoza es la zona que cuenta con mejor suelo con 6.2 de pH. Mientras que las zonas de Utcubamba, Bagua, San Ignacio, Quillabamba, Tingo María, Chanchamayo y Tocache cuentan con un pH menor a 4.5, indicando presencia de toxicidad de aluminio en el complejo de cambio y que dificulta el desarrollo de las raíces y la absorción de nutrientes.

Si el pH es inferior a 5.0, puede presentarse toxicidad por aluminio (Al) y/o Mn o pueden presentarse deficiencias de P, Ca, Mg, K, B, Cu y Zn. Si el pH es superior a 5.5, pueden ocurrir deficiencias de P, B, Fe, Cu, Zn. Lo anterior permite afirmar que si se conserva el pH del suelo entre 5.0 y 5.5, y si

además se hace uso de materiales orgánicos descompuestos, no existirán problemas de elementos menores o Azufre en el cafetal (VALENCIA, 2005).

La mayor parte de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del suelo ocurre en las arcillas y humus, existiendo mayor Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) para el humus en comparación con la arcilla menciona que la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una reacción importante en la fertilidad del suelo para corregir acidez y salinidad en cambios que alteren las propiedades físicas del suelo y como un mecanismo de purificación o alteración de aguas percoladas (DONAHUE, 1988).

2.4. Abono compuesto

El abono compuesto con su nombre comercial "Linfasoil" que fue utilizado en la investigación es un agregado de restos animales y vegetales

Según AGROSCIENCE SAC (2011), indica que el abono es un fertilizante-enmienda que se genera de una fermentación aeróbica controlada de soluciones férricas, fibras, y asociaciones microbianos; que durante su proceso de maduración es controlado los procesos enzimáticos obteniendo un producto muy rico en todo tipo de nutrientes, coloides, y micro organismos benéficos para el suelo.

Por su gama de componentes como: proteínas, aminoácidos, NPK, micro elementos, materia orgánica y micro organismos, es un núcleo de

compuestos que cumplen la función de un fertilizante para las plantas y para el suelo es una enmienda y en la solución suelo es un recuperador y activador de la flora y fauna por lo que este núcleo es un regulador y activador de todas las propiedades de este.

Entre sus componentes el abono compuesto contiene: restos de camal y Restos de vegetales.

2.4.1. Formulación del abono compuesto

Viene en una formulación fibra hidrolizada, es decir los compuestos están absorbidos y retenidos en la fibra que contiene y está al estar en la solución suelo libera inmediatamente todos sus compuestos en alto contenido de proteínas, aminoácidos, NPK, microelementos, materia orgánica y microorganismo.

2.4.2. Composición del abono compuesto

Nitrógeno (N)	:16.4%
Fósforo (P)	:9 %
Potasio (K)	:1 %
Micro y meso elementos totales	: 5.2%
Micro organismos	: 0.75%

2.4.3. pH del abono compuesto

El análisis del pH se realizó en la UNAS en el laboratorio de suelos de la Facultad de RNR-CSA, Logrando obtener un pH de 7.01.

2.4.4. Propiedades físicas del abono compuesto

- Aspecto : solido marrón, rojizo, negruzco.
- Olor : A materia orgánica

2.4.5. Características del producto

Contenido garantizado de componentes nutricionales y húmicos con variaciones de composición de +/- 20% por ser de origen orgánico, sin embargo al ser un núcleo su acción en suelo y plantas es la misma. Compatibilidad con fertilizantes sintéticos y enmiendas orgánicas. Se mezcla fácilmente con los fertilizantes convencionales.

2.4.6. Propiedades del abono compuesto

Estabilidad bajo almacén, bajo condiciones normales, no es inflamable, no es explosivo y no corrosivo.

2.4.7. Acción biológica del abono compuesto

Como fertilizante natural, el abono compuesto:

- Aporta macro y micro nutrientes de fácil liberación y absorción por las plantas cultivadas.

- Los elementos nutricionales son naturales lo que permite una excelente utilización por parte de las plantas cultivadas.
- Ayuda a reemplazar fuentes sintéticas de N, P, K y meso y micro elementos.

Como enmienda y corrector de problemas de fertilización de suelos, el abono compuesto:

- Ayuda a liberar los elementos atrapados por condiciones físico químicas adversas como salinidad, anegamiento, suelos arcillosos, entre otros y devuelve lo que se extrae.
- Mejora la capacidad de intercambio catiónico (CIC) permitiendo una mejor absorción de macro y micro elementos.
- Al contener ácidos húmicos mejora en gran medida las características físico - químicas del suelo.
- Potencia o sinergiza la acción de los fertilizantes sintéticos haciéndolos mayormente disponibles a las plantas.

Como agente bio-nutricional, el abono compuesto:

- Aporta microorganismos benéficos que ayudan descomponer la materia orgánica y hacen disponibles los nutrientes.
- Incrementa microorganismos benéficos, elementos importantes en la vida de los suelos.

- Incrementa microorganismos antagónicos al cultivos, que controla las poblaciones de patógenos radiculares como *Fusarium* sp, *Phytium* sp., *Pythophthora* sp. y otros.
- El microorganismo contenido ayuda a la descomposición de la materia orgánica del suelo, así como la descomposición del guano o del estiércol aplicado al suelo.
- No es tóxico, no contamina el medio ambiente, no causa anormalidades en los cultivos y es compatible con agricultura orgánica sostenible con el medio ambiente.

2.5. El sustrato

HARTMAN y KESTER (1972) indican una definición al sustrato como el soporte físico y químico del cultivo, encargado de brindar las condiciones apropiadas para el proceso de germinación y desarrollo fisiológico de las plantas.

2.5.1. Funciones de los sustratos

Hay cuatro funciones con las que debe cumplir un medio para mantener un buen crecimiento de las plantas.

- Proporcionar un anclaje y soporte para la planta.
- Retener humedad de modo que esté disponible para la planta.
- Permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmósfera.

- Servir como depósito para los nutrientes de la planta (ANSORENA, 1994).

Soporte de las plantas. Una de las funciones del sustrato es el anclaje de la planta conforme se desarrollan las raíces y proporcionar una base firme para el soporte del tallo en posición erguida (HEBBLETHWAITE, 1983).

Humedad. El agua es la portadora de elementos esenciales. Sus funciones son las de solvente en las reacciones bioquímicas dentro de las células, de acarreo de elementos minerales absorbidos por las raíces a todas partes de la planta y de carbohidratos fabricados en las hojas (SHINTANI, 2000).

El desarrollo de las plantas es restringido, probablemente con más frecuencia, por una deficiencia de agua que por cualquier otro factor ambiental (ANSORENA, 1994).

Porosidad y drenaje. Conforme las raíces respiran, el oxígeno es removido de la atmósfera del sustrato y es liberado el dióxido de carbono. Estos gases difunden hacia afuera y adentro del sustrato a través de los poros (GALLOWAY y BORGO, 1983).

Elementos minerales. Con excepción del oxígeno y el carbono, las plantas obtienen todos sus elementos minerales esenciales del medio de crecimiento. Los elementos minerales son liberados a la solución del sustrato y absorbidos por las raíces (ANSORENA, 1994).

2.5.2. Cualidades de un buen sustrato

Se debe tomar en cuenta el tipo de sustrato a utilizarse, según la relación existente con algunos factores tales como (FLINTA, 1978):

En relación con el agua:

- Permeables: Porosidad 60 - 80% del Volumen total (Vt).
- Capacidad de retención del agua
- Fácil humectación.
- Fácil aireación: 20 – 40% de aire tras el drenaje.

En relación con la fertilidad, se recomienda que debe tener el pH entre 5 y 8, que proporcione adecuada fertilidad y una buena capacidad de intercambio Catiónico (SHINTANI, 2000).

En relación con los agentes patógenos, se prefiere que no aporte semillas o propágulos de malas hierbas, animales patógenos, hongos patógenos, sustrato que no emita toxicidad y que permitir la micorrización (FLINTA, 1978).

2.6. Características generales de café

2.6.1. Taxonomía del café

El género *Coffea* incluye por lo menos 70 especies, de las que destacan *C. arabica* Linneo y *C. Canephora* Pierre, ambas por su valor

comercial en grano. De acuerdo con Chevalier (INIFAP, 1997; citado por ISF, 2008), la posición taxonómica de ambas es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
Sub reino	:	Angiosperma
División	:	Antofita
Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Rubiales
Familia	:	Rubiaceae
Género	:	<i>Coffea</i>
Especie	:	<i>C. arabica</i>
		<i>C. canephora</i>

2.6.2. Variedad Caturra

Es una variedad originaria de Minas Gerais, Brasil. Se le considera una mutación de la variedad bourbón y se caracteriza por su porte bajo, de forma redondeada y entrenudos cortos tanto del tallo como de las ramas.

Su tronco grueso, ramas laterales abundantes con numerosas ramificaciones secundarias dan a la planta un aspecto vigoroso y frondoso. Las hojas de esta variedad son más anchas y de coloración más oscura que la variedad bourbón, pero sus frutos y semillas son similares.

El sistema radicular de Caturra adquiere un gran desarrollo en extensión y densidad. Se pueden encontrar plantas con frutos maduros de color rojo o amarillo. La variedad amarilla ha mostrado algo más de productividad, pero menor retención de los frutos maduros con relación a la Caturra roja. Su capacidad de producción aceptable y su porte pequeño favorece altos rendimientos por unidad de superficie bajo un manejo intensivo (Fischersworing, 2001; citado por ISF, 2008).

2.6.3. Variedad Catimor

Este es un híbrido artificial obtenido por cruzamiento entre el Híbrido de Timor (procedente del cruzamiento natural entre *Coffea arabica* y *Coffea canephora*) y variedades comerciales de Caturra, llevado a cabo en el Centro de Investigaciones de la Roya del Cafeto (CIFC) en Oeiras, Portugal. Se caracteriza por su porte bajo, su tronco de grosor intermedio así como por su considerable número de ramas laterales que forman una copa medianamente vigorosa y compacta. Además de su productividad relativamente alta, muestra un comportamiento favorable con respecto a la enfermedad de la roya, por lo menos a las razas del hongo *Hemileia vastatrix*. Algunas progenies tienen brotes terminales de color claro y otras de color bronce, el fruto y el grano son parecidos al de Caturra (Villaseñor, 1987; citado por ISF, 2008).

2.6.4. Propagación

Para realizar las actividades de renovación o instalación de nuevas plantaciones en un programa tecnificado del cultivo de café es básico producir

plantones sanos, vigorosos que permitan asegurar buenas cosechas, para lo cual se deben conducir viveros permanentemente. La forma actual de manejo y producción de plantones en las zonas cafetaleras es muy variable, muchos productores han incorporado una serie de cambios e innovaciones en base a las capacitaciones técnicas recibidas (PROAMAZONIA, 2003).

El sistema actual de propagar el café por medio de plantas obtenidas de semilla en las plantaciones cafetaleras, incluye el sembrar las semillas en almácigos especiales, donde las plantitas serán cuidadas hasta que se les trasplante en el campo. El vivero es una plantación típica; está situado en el mejor terreno disponible. Si es posible se utiliza tierra virgen para minimizar las enfermedades. Cada almácigo se prepara para ser el sostén del vivero limpiándolo de piedras, nivelándolo, etc. Además se sitúa bajo una ligera sombra de hojas de palma o tira de bambú. Dentro del almácigo se disponen hileras espaciadas unos 15 cm, a lo largo de los surcos. El material de siembra se selecciona en cuanto a su adaptabilidad a las condiciones locales lo mismo que por su capacidad de alto rendimiento, resistencia a las enfermedades y demás criterios. Cuando las plantas alcanzan una altura de 15 a 20 cm, o sea aproximadamente de seis a ocho meses después de la siembra, los arbolitos están listos para su trasplante (PNC, 2005).

Un mes antes de establecer el vivero, se afloja el terreno a una profundidad de 40 a 50 cm, eliminando piedras, raíces, palos y todo aquello que pueda dificultar el buen desarrollo de las raíces. Al concluir la preparación del suelo del vivero se incorporan a una profundidad de 15 cm entre 2 a 5 kg de

compost y 50 g de roca fosfórica u otro abono rico en fósforo por m² de cama de vivero. Si se dispone de tierra micorrizada, se puede mezclar además de 1 a 1.5 kilos por metro cuadrado.

A los dos meses del transplante, se aplican en los surcos 1 g de guano de islas ó 50 g de lombriabono por planta. Al aplicar guano sobre el terreno húmedo ha de evitarse el contacto directo con las plantas de café en desarrollo para que no sean quemadas. A los cuatro meses del transplante, se realiza el segundo abonamiento con una dosis de 2 g de guano ó 50 g de lombriabono o compost por planta.

El abonamiento también puede efectuarse por medio de purines o estiércol fermentado, aplicándolos cada 15 días o cuando las plantas lo requieran (FISCHERSWORRING y ROßKAMP, 2001).

Es evidente que si se usa menos fertilizante del que la producción real o histórica requiere, el rendimiento y el vigor de la plantación se reducen.

Un buen sistema de raíces permite a la planta explorar suficiente volumen de suelo para obtener agua y nutrientes, lo que se traduce en buen desarrollo vegetativo y buena producción (VALENCIA, 2005).

Una planta de cafeto con un sistema radicular que tiene pocas raíces primarias y secundarias y no tiene raíces absorbentes presenta paloteo, amarillamiento, fuerte ataque de mancha de hierro y continua pérdida y caída de hojas (VALENCIA, 2005).

La fertilidad adecuada del suelo le sirve al cafeto, principalmente para que sus raíces crezcan abundantes y/o profundas; proporcionarle y acumular nutrientes (minerales); disponer y almacenar agua, así como para que otras especies animales y vegetales vivan. Cuando todo lo anterior ocurre, el suelo se vuelve un sustrato muy dinámico y lleno de vida. (QUIJANO y GIL, 2008).

2.6.5. Fertilización del café

El objetivo principal del uso de fertilizantes es obtener el mayor rendimiento posible con el mínimo de costo, para hacer rentable la actividad agrícola. Para cafetales, las recomendaciones deben considerar que hasta la floración las plantas de café necesitan principalmente N y P y a partir de la floración, cuando se inicia la etapa de producción, requiere principalmente N y K. Sin embargo, es fundamental mantener el balance de nutrientes.

Los nutrientes se encuentran en el suelo en cantidades variables. Con frecuencia, esas cantidades no son suficientes para la adecuada alimentación de la planta y por eso hay necesidad de fertilizar los cultivos (VALENCIA, 2005).

El conocimiento del valor del pH del suelo es muy útil para el manejo de una buena fertilización. Valores entre 5.0 y 5.5 se consideran adecuados para café. En este rango de pH ocurre cierto grado de actividad microbiana que mineraliza los residuos orgánicos para dejar disponibles nutrientes, especialmente N, P, S y elementos menores (VALENCIA, 2005).

La aplicación de cantidades excesivas de micronutrientes (B-Fe-Cu-Zn-Mn), no produce respuesta en producción y por el contrario puede causar problemas intoxicación, particularmente el B (VALENCIA, 2005).

Está demostrado que los fertilizantes son absolutamente necesarios en los cultivos de cafetos al sol en los suelos de todo el mundo pero especialmente en aquellos de fertilidad media – baja. En los últimos años han aparecido en el comercio fertilizantes líquidos o fertilizantes foliares que, aplicados por aspersión a las hojas de las plantas, le suministran los nutrientes complementarios, igual como lo hacen los fertilizantes sólidos aplicados al suelo (PNC, 2005).

La fertilización foliar tiene innegables ventajas sobre la aplicación de fertilizante al suelo. La principal ventaja es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido en una elevada proporción, no inferior al 90 %. Por el contrario los fertilizantes aplicados al suelo se pierden en un 50 % o más, por diferentes motivos. Otras ventajas de la fertilización foliar es que se pueden aplicar fungicidas en la misma solución. Al mismo tiempo que nutrimos estamos controlando las enfermedades (PNC, 2005).

Cuando existe presencia de materia orgánica el rendimiento crece con la concentración de nitrógeno hasta un punto en que empieza a decrecer por presentar fenómenos de intoxicación, la presencia de materia orgánica por el contrario permite un aumento de nitrógeno y prolongar hacia fuertes concentraciones su utilización por las plantas (NAVARRO y NAVARRO 2003).

El efecto del un pH alcalino es reducir la solubilidad de todos los micronutrientes especialmente del Hierro, Zinc y Manganeso a excepción del molibdeno (DONAHUE, 1981), asimismo; el Hierro, Magnesio, Cobre y Zinc, son altamente disponible a un pH inferior a 5. Al aumentar el pH tiende a insolubilizarse bajo la forma de hidróxidos, de tal forma que en la zona alcalina sus posibilidades de utilización son extraordinariamente escasas (NAVARRO y NAVARRO 2003).

La materia orgánica es uno de los elementos que favorece la nutrición del suelo y a través de ésta a la planta. Su contenido en el suelo influye en las condiciones físicas y biológicas de la plantación, asimismo la materia orgánica contribuye a la productividad del suelo y actúa como depósito de nutrientes (CEPEDA 1991).

2.7. Función y síntomas de deficiencia de nutrientes

2.7.1. Nitrógeno

HUERTAS (2005) menciona que es el elemento al que mayor importancia se le da en la agricultura, debido a las grandes cantidades que de él se requieren, a la gran influencia que determina en el desarrollo vegetal, ya que no es un constituyente natural del suelo, sino que le es llegado de la atmósfera. Es el nitrógeno en el suelo un elemento muy móvil y transformable, que no suele quedar fijado y cuyo ciclo depende de la acción de los microorganismos que a su vez son dependientes de la materia orgánica.

Se concluye entonces, que la existencia y la disponibilidad de nitrógeno en el suelo son dependientes fundamentalmente de la materia orgánica que haya en él y de la presencia y actuación de los microorganismos. Entre éstos son las bacterias y los hongos de diversas clases, los agentes biológicos de mayor actividad y que tienen influencia decisiva en los procesos de transformación de los estados del nitrógeno, proceso conocido como nitrificación.

Efecto del nitrógeno sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo, el N puede afectar las tasas de aparición y expansión foliar modificando el área foliar y la intercepción de radiación solar por el cultivo. Deficiencias severas de N no disminuyeron el número final de hojas por planta y redujeron principalmente la tasa de expansión foliar con un leve impacto sobre la tasa de aparición foliar. Ello disminuyó el índice de área foliar (m^2 de hojas por m^2 de suelo) hasta un 60%, así como también la duración del área foliar verde (UHART, 1995).

Los síntomas visuales de deficiencias de N no son fácilmente detectables en estadios tempranos del ciclo del cultivo, pudiendo aparecer síntomas severos a partir de las 6 a 7 hojas desarrolladas. El estrés nitrogenado hace que las hojas tomen una coloración verde claro a amarillenta debido a la merma en el contenido de clorofila.

En café, las hojas adultas presentan una clorosis uniforme que avanza desde el ápice hasta la base y de la vena central hacia los bordes (MONGE, 1999).

Las plantas pueden tolerar excesos de nitratos mucho más que el exceso de amonio. Las dosis de éste último pueden ser tóxicos para las plantas si éstos no son incorporados en los compuestos carbonados que contiene N después de la absorción. El amonio puede restringir la absorción de K por la competencia en los sitios de intercambio en la raíz. Cuando el amonio es la forma dominante de N disponible para la absorción vegetal, una condición de toxicidad puede presentarse. La toxicidad de los iones amonio se caracteriza por un crecimiento de raíces restringido, las cuales son descoloridas y resultan en un colapso del tejido vascular, se restringe al mismo tiempo la absorción de agua. Los síntomas foliares pueden incluir clorosis y necrosis en la hoja, epinastia (curvatura de las hojas hacia abajo) y lesiones de los tallos. Elevados dosis de amonio pueden ocasionar síntomas de pudrición apical y pobre amarre (RAMOS, 2005).

2.7.2. Potasio

Es un elemento mayor que se encuentra en gran proporción en los tejidos vegetales, la remoción anual de la vegetación formada significa una constante pérdida del potasio existente en el suelo. Parece ser que el potasio tiene una acción bastante marcada en la regulación de las condiciones hídricas del vegetal, tanto a nivel celular como de tejidos, ayudando en la formación de

las proteínas y en la transformación de azúcares en almidón (HUERTAS, 2005).

También es propiciador de acciones enzimáticas, determina la formación de semillas de mayor tamaño y tiene decisiva influencia sobre la resistencia que los vegetales presentan frente al ataque de enfermedades.

TESSENDERLO GROUP (2005) indica que las plantas de café tienen una alta demanda de potasio. Este nutriente es un elemento esencial para muchas funciones de las plantas tales como la actividad enzimática, el transporte de agua, nutrientes, azúcares y el control de las células de los estomas. El primer estadio de la deficiencia de potasio se conoce como hambre escondida. En él no se aprecian síntomas visuales pero se reduce el crecimiento de la planta. En estadios avanzados de deficiencia de potasio, las plantas de café desarrollan clorosis y necrosis en las puntas y bordes de las hojas. El desarrollo de síntomas visuales comienza en las hojas más viejas, debido a que son ellas las que proveen de potasio a las hojas más jóvenes.

MONGE (1999) afirma que en las hojas mas viejas presentan clorosis amarillenta a manera de una banda cerca del borde, las venas pueden mostrar igual coloración, un halo amarillo rodea la necrosis del borde y del ápice. Una deficiencia de potasio generalmente puede presentarse acompañada por lesiones de *Pseudomonas* sp.

Las plantas con exceso de K presentan frecuentemente deficiencias de Mg y posiblemente de Ca, debido a que se inducen

desbalances nutrimentales, los cuales interfieren en la relación óptima de K/Mg y K/Ca, si estos dos nutrimentos están por debajo de sus rangos de suficiencia (RAMOS, 2005).

2.7.3. Fósforo

Según HUERTAS (2005), menciona que este elemento menor se encuentra en los suelos debido a que es parte importante constituyente de los materiales madres que lo originan, pero la riqueza de ellos en él, no significa de ningún modo las posibilidades de aprovechamiento por las plantas, ya que los compuestos que lo contienen son sumamente insolubles.

Las deficiencias de P generan tonalidades morado o purpúreo en hojas y tallos, comenzando también por las hojas basales ya que el P es un elemento móvil dentro de la planta. La merma de P disminuye la traslocación de asimilados acumulándose azúcares en hojas y tallos, los que a su vez generan antocianinas, que son los pigmentos que producen las tonalidades señaladas. La misma coloración se observa en tallos y hojas cuando se elimina total o parcialmente la espiga, generando una limitación por destinos o un excedente de fuente que aumenta los azúcares en órganos vegetativos y la producción de pigmentos (UHART *et al.*, 2000).

En el café, las hojas se encuentran con clorosis leve, uniforme, color verde limón opaco que se torna más amarillenta en hojas más viejas. Clorosis lobular intervenal (MONGE, 1999).

Altas concentraciones de P en el sustrato pueden disminuir el crecimiento, principalmente por restricción de la absorción y traslocación de Zn, Fe y Cu, apareciendo síntomas inducidos de esos microelementos (RAMOS, 2005).

2.8. Antecedentes de investigación

REATEGUI (2010) observó efecto de abonos orgánicos para el crecimiento de *Colubrina glandulosa* Perkins (shaina), en fase de vivero, donde concluye que con sustrato 3: 2: 1 (tierra: arena: bokashi), obtuvo la mayor altura, diámetro de tallo y de materia seca, y un mayor porcentaje de plantas vivas.

PINCHI (2009) evaluó el efecto de 7 dosis de bokashi con EM, en el crecimiento en altura, diámetro y biomasa en plántulas de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK.) producidas en tubetes, en donde dichos tratamientos no obtuvieron diferencias significativas para los caracteres evaluados.

MENDOZA (1996) utilizó 4 dosis de humus de lombriz (0.5, 01, 02 y 04 kg), el transplante de plántulas se realizó con pan de tierra (sin bolsa) evaluando el crecimiento diametral y longitudinal de *Calycophyllum spruceanum* (Benth), concluyendo que el efecto de abono utilizado es favorable, determinando a 2 kg por planta como el mejor tratamiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación tuvo un periodo de ejecución de diciembre 2011 a junio de 2012, en el vivero forestal y ornamental El Silvicultor perteneciente a la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; ubicada en el Km 1.5 de la carretera Tingo María – Huánuco, en el departamento de Huánuco, provincia de Leoncio Prado y distrito Rupa Rupa.

Cuadro 3. Condiciones meteorológicas de Diciembre 2011 – Junio 2012.

Meses	Temperatura (° C)			Humedad relat. (%)	Precipitación (mm)	Horas sol
	Mínima	Máxima	Media			
Diciembre	19.7	30.4	25	86	278.8	118.9
Enero	21.2	30.7	25.9	85	377.9	162.2
Febrero	20	27.4	23.7	91	535.3	74.3
Marzo	20.4	28.8	24.6	88	555.8	86.5
Abril	20.4	30.2	25.3	87	376.3	152.8
Mayo	20.5	29.7	25.1	86	198.8	156
Junio	20.1	29.6	24.8	86	127.3	175.9

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Las condiciones climáticas son de temperatura máxima de 29.4 °C, mínima de 19.2 °C, y media de 24.3 °C, precipitación promedio anual de 3300 mm, humedad relativa de 87% y altitud de 660 msnm.

De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de Leslie Ransselaer Holdridge, el distrito de Rupa Rupa se encuentra ubicada en la formación vegetal de bosque muy húmedo Pre montano, Sub Tropical (bmh - PST).

De acuerdo a las regiones naturales del Perú, según Javier Pulgar Vidal, se encuentra en la selva alta o Rupa Rupa.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Unidad experimental

Semillas de café (*Coffea arabica* L.) variedades Catimor y Caturra.

3.2.2. Componentes del sustrato

Arena de río, suelo de bosque y dosis de abono compuesto.

3.2.3. Materiales de campo

Bolsas de polietileno de 20 X 10 cm, regadera, azadón, pala, regla graduada, machete, letreros de madera, cinta métrica, alambre, tachuelas, plástico transparente y estacas de bambú (*Gigantochloa apus*) para el tinglado.

3.2.4. Materiales de laboratorio

Probeta, pizetas, vasos de precipitación, agitador, tubo de ensayo.

3.2.5. Equipos

Vernier mecánico, estufa, balanza digital, cámara fotográfica, espectrofotometro, potenciómetro y computadora Dell inspiron 1525.

3.3. Tratamientos utilizados

Se realizó 4 tratamientos con 5 plantas/repeticiones, independientemente por cada variedad (Catimor y Caturra) haciendo en ambas variedades un total de 40 plantas por bloque, llegando en su totalidad a cinco bloques con 200 plantas.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos por variedad.

Variedad	A. Comp. (g)	Tratam.	Combinaciones
Catimor	0	T ₀	Tierra de bosque + 0 g A. Compuesto
	150	T ₁	Tierra de bosque + 150 g A. Compuesto
	250	T ₂	Tierra de bosque + 250 g A. Compuesto
	350	T ₃	Tierra de bosque + 350 g A. Compuesto
Caturra	0	T ₀	Tierra de bosque + 0 g A. Compuesto
	150	T ₄	Tierra de bosque + 150 g A. Compuesto
	250	T ₅	Tierra de bosque + 250 g A. Compuesto
	350	T ₆	Tierra de bosque + 350 g A. Compuesto

El modelo aplicado a este diseño experimental fue realizado bajo el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con un arreglo factorial de parcelas divididas (EPD) en donde:

Factor A = son 2 variedades de café

Factor B = son 4 dosis de abono compuesto

Los tratamientos arreglados con experimento factorial con parcelas divididas (EPD) en un DBCA para la presente investigación son cinco (05) repeticiones, cinco (05) bloques y cuatro (04) dosis de abono compuesto para dos (02) variedades de café (cuatro dosis x dos variedades en cinco repeticiones).

Cuadro 5. Factores estudiados y sus correspondientes dosis.

Factores	Dosis	Símbolo
A. Variedades	Variedad de Catimor	A ₁
	Variedad de Caturra	A ₂
B. Dosis de A. Compuesto	0 %	B ₀
	15 %	B ₁
	25 %	B ₂
	35 %	B ₃

Cuadro 6. Disposición de dosis y tratamiento según la variedad.

Variedades	Tratam.	Tierra agrícola (g)	Abono compuesto (g)
Catimor	T ₀₁	1500	0
	T ₁	1350	150
	T ₂	1250	250
	T ₃	1150	350
Caturra	T ₀₂	1500	0
	T ₅	1350	150
	T ₆	1250	250
	T ₄	1150	350

Cuadro 7. Esquema del análisis de varianza (ANVA).

F. de V.	G.L.	SC	CM
Bloques	$r-1 = 4$	SC _b	CM _b
A	$a-1 = 1$	SC _A	CM _A
Error (a)	$(r-1)(a-1) = 4$	SC _{error(A)}	CM _{error(A)}
Entre parcelas	$ar-1 = 9$	SC _{entreparc}	CM _{entreparc}
B	$b-1 = 3$	SC _B	CM _B
AB	$(b-1)(a-1) = 3$	SC _{AB}	CM _{AB}
Error (b)	$a(r-1)(b-1) = 24$	SC _{error(B)}	CM _{error(B)}
Dentro de la parcela	$ra(b-1) = 30$	SC _{dentro de parc}	CM _{dentro de par}
Total DPD	$rab-1 =$	SC _{total}	CM _{total}

El modelo aditivo lineal ha tenido la forma de la ecuación:

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta (altura, área foliar, brotes)

μ = Efecto de la media general

G_i = Efecto fijo de la i -ésima variedad

B_j = Efecto aleatorio de bloque

GB_{ij} = Efecto aleatorio de variedad por bloque

C_k = Efecto fijo del k -ésimo tratamiento (1,...,4)

GC_{ik} = Efecto aleatorio de la variedad por tratamiento

E_{ijk} = Error aleatorio

3.4. Metodología

3.4.1. Fase de campo

3.4.1.1. Germinación de semillas

El germinador fue construido de madera con dimensiones de 1 m de largo por 1 m de ancho con una profundidad de 0.15 m, a una altura de 0.08 m sobre la superficie del suelo. Fue dividido con un cordel en dos espacios iguales para diferenciar las variedades de Catimor y Caturra entre sí. El germinador fue instalado cerca a la cama de cría del vivero para facilitar la labor consecuente que fue el repique (CASTAÑEDA, 2000).

El sustrato que se empleó en dicho germinador fue arena de río previo a un proceso de desinfección con lejía al 10% en 10 litros de agua por un espacio de 48 horas cubierto con plástico oscuro.

Las semillas de café (*Coffea arabica* L.) se obtuvieron por medio de compra – venta cuya procedencia fue del distrito Chinchao. Para las dos variedades de café se compraron 500 g que conteniendo aproximadamente 1875 semillas, resultando 250 g que contienen aproximadamente 625 semillas por variedad.

Luego de obtener las semillas, se procedió a realizar la prueba del flotador (CUCULIZA, 1956) que consistió en remojar las semillas en un balde con agua fría por un espacio de 12 horas con la finalidad de eliminar las semillas vanas, poco densas, rotas y ciertas impurezas ya que estas se mantenían flotando en la superficie del agua.

Luego fueron almacigadas al voleo, procurando que no queden semillas pegadas ni superpuestas. Terminado el almacigado, se dio a las semillas cierta adherencia con el suelo, presionando suavemente con una madera, se cubrió el almácigo con una capa de pasto seco (mulch), con un espesor de 5 a 7 cm aproximadamente para conservar la humedad, impedir la germinación de malezas, conservar la temperatura y así evitar que la semilla quede descubierta por la acción dispersante de las gotas de lluvia o del riego.

El riego se efectuó por encima de la cobertura vegetal con una regadera, cada 4 días. A los 45 días haber realizado el almácigo, el pergamino emergió por la parte media del tallo y quedaron en estado fosforito en esta etapa fue quitada la capa de pasto seco del almácigo.

3.4.1.2. Construcción del tinglado

Se realizó con bastones de bambú y techado con plástico transparente para evitar el impacto de las gotas de lluvia, la pérdida del sustrato y de nutrientes de los sustratos embolsados, se acondicionó dentro del tinglado 5 bloques divididos.

Las dimensiones de los bloques fueron de 40 cm de ancho por 50 cm de largo, las calles fueron de 20 cm, el tinglado tuvo una altura de 1.70 m para facilitar las labores culturales a realizar posteriormente al repicado (CASTAÑEDA, 2000).

3.4.1.3. Preparación de los tratamientos

Se utilizó tierra extraída del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) cinco (05) carretillas en un área de 9 m², secado, zarandeado, tamizado y mezclada con distintas proporciones de abono compuesto.

El abono compuesto fue proporcionado por la empresa Agro Science, se dejó secar por tres días bajo sombra para obtener proporciones

exactas, fue pesado en cantidades (150 g, 250 g y 350 g). El sustrato fue envasado en una bolsa de 1500 g para todos los tratamientos, utilizando para el testigo tierra del BRUNAS.

3.4.1.4. Llenado de bolsas y acomodo

Se realizó en forma manual presionando levemente de tal manera que no queden espacios vacíos y de manera uniforme.

Para el acondicionamiento de las bolsas se preparó la cama cría, rellenando con arena gruesa de cantera para facilitar su estabilidad de las bolsas. Las bolsas llenadas con sustrato fueron acomodadas en la cama de cría y ordenadas de acuerdo al diseño experimental (CASTAÑEDA, 2000).

3.4.1.5. Repique de plántulas y manejo de plantones

El transplante se realizó en las primeras horas de la mañana para evitar la deshidratación por exposición al sol. Se extrajeron 100 plántulas de cada variedad (Catimor y Caturra), seleccionándose las más sanas y vigorosas trasladadas en baldes a la cama de vivero, las mismas que fueron introducidas en las bolsas hasta el cuello de la raíz y posteriormente regadas.

Con la finalidad de que las plántulas tuvieran condiciones adecuadas de desarrollo se realizaron las siguientes labores:

- Control de malezas, se realizó en forma periódica según la necesidad tanto en las bolsas y los espacios entre los tratamientos.

- Riego, estuvo en función a las necesidades de las plantas, evitando crear compactación en el sustrato.

3.4.1.6. Evaluación de las variables

Determinación de altura.- Se realizó con una regla de 30 cm desde la superficie del suelo hasta ápice de la planta, las evaluaciones fueron cada 30 días a partir del primer mes después del repique hasta la salida de 5 pares de hojas.

Determinación de diámetro.- Se realizó con un vernier mecánico, ubicando en la huella del cotiledón para no variar el lugar de medición en las evaluaciones posteriores. Las mediciones se realizaron cada 30 días, a partir del primer mes después del repique hasta la salida de 5 pares de hojas.

3.4.2. Fase de laboratorio

3.4.2.1. Determinación del peso fresco de la parte aérea y radicular de la planta

Para determinar el peso en fresco de la parte aérea y radicular, se tomaron tres (03) plantas por cada tratamiento, por bloque y por cada variedad. Se extrajeron las plantas de sus bolsas teniendo cuidado para evitar la pérdida de raíces, estas fueron embolsadas, codificadas y trasladadas al laboratorio. Todas las muestras fueron lavadas con agua de caño para eliminar cualquier material adherido, una vez lavadas se pusieron a secar bajo sombra por un

espacio de aproximadamente 30 minutos; posteriormente se efectuó el corte por encima de las primeras raíces.

Posteriormente se realizó el pesado en una balanza analítica y luego se envolvieron las muestras en papel con su respectiva codificación para ser llevado a estufa a una temperatura de 65 °C durante 48 horas (ALBITRES, 1981).

3.4.2.2. Determinación de la longitud de la raíz

Se realizó con una regla de 30 cm, se tomaron tres (03) muestras de cada tratamiento determinando la longitud de la raíz principal.

3.4.2.3. Determinación del peso seco de la parte aérea y radicular de la planta

Se realizó en una balanza analítica después de haber sido sacado de la estufa a una temperatura de 65 °C durante 48 horas y procedió a anotar los resultados.

3.4.2.4. Determinación de sanidad de hojas

Para determinar la sanidad en las hojas de los plantones de café se procedió a contar la cantidad de hojas sanas y hojas cloróticas (moteadas) de todos los plantones.

3.4.2.5. Determinación del área foliar

Para determinar el área foliar se tomó una muestra (plantón) al azar de cada tratamiento de las tres (03) plantas que se extrajeron para determinar el peso fresco y seco, se seccionaron todas las hojas para dibujarlas sobre una cartulina.

La cartulina fue cortada a una medida estándar de 32.5 cm de largo por 25.1 cm de ancho (815.75 cm²), con un peso de 12.4 g. Una vez dibujadas las hojas fueron cortadas y posteriormente pesadas; mediante una regla de 3 simple (procedimiento matemático) se determinó el área foliar considerando como base 815.75 cm² de cartulina.

3.4.2.6. Determinación de volumen radicular

Se realizó sumergiendo en una probeta con agua las raíces de los plantones y por diferencia de nivel (final - inicial) se determinó el volumen radicular.

3.4.2.7. Análisis de los sustratos

Se realizó en dos oportunidades, al inicio y al final de la investigación. El primer análisis fue realizado en el laboratorio de la Facultad de Agronomía en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, determinándose textura, pH, M.O, N, P, K₂O, CIC total y bases cambiables por cada dosis

empleada. Para el segundo análisis fueron realizados en el laboratorio de análisis de suelo de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

Cuadro 8. Parámetros de análisis/determinación y métodos.

Análisis/determinación	Método
Textura	Hidrómetro de Bouyoucos
pH	Potenciómetro
Nitrógeno	0.045*M.O.
Fósforo disponible	Olsen modificado
Potasio disponible	Ácido sulfúrico 6N
Bases cambiabes	Ca + Mg
Materia orgánica	Walkley y Black

3.4.3. Fase de gabinete

Con los datos de campo obtenidos se procesaron las variables evaluadas, mediante el programa Excel 2010, Word 2010, SPSS 18. Se realizaron los respectivos análisis de varianzas para determinar la significancia y las pruebas de comparación de promedios de Tukey a un grado de confianza del 95%.

IV. RESULTADOS

4.1. De la evaluación del efecto de los cuatro dosis de abono compuesto en dos variedades de café

4.1.1. Altura total

De los resultados del análisis de variancia (ANVA), aplicado a los dosis en estudio; en cuanto a la altura total a los 30 días después de la siembra se encontró diferencias altamente significativas para la interacción Variedad * Bloque, a los 60 días se encontró diferencias significativas en cuanto a la Variedad, a los 90 días se encontró diferencias significativas en cuanto a la variedad y dosis, y a los 120 días después de la siembra se encontró diferencia significativa en cuanto a dosis, a un grado de significancia del 95% ($\alpha = 0.05$).

En el Cuadro 9 se presenta los resultados del promedio de altura de planta de las dos variedades a los 30, 60, 90 y 120 días de evaluación, observándose que a los 120 días la variedad Caturra presentó mejor comportamiento al ser comparado con la variedad Catimor. En la altura de planta (Figura 1 y 2) se encontró que la dosis del tratamiento T₁ con la variedad Caturra y T₃ para la variedad Catimor, presentaron una alta variación de altura entre ellas, el uso de los diferentes dosis de abono compuesto permitió obtener alturas superiores estadísticamente para todos los tratamientos a excepción del testigo en el último periodo de evaluación.

Cuadro 9. Comparación de promedios respecto a la altura.

Dosis (g)	Variedad	Periodo de evaluación (días)			
		30	60	90	120
0	Catimor	4.06 b	5.90 b	8.36 b	13.72 cd
150		4.08 b	5.80 b	8.51 b	14.61 bc
250		3.91 b	5.31 b	7.41 b	11.82 de
350		3.71 b	5.74 b	7.52 b	11.02 e
0	Caturra	5.04 a	7.48 a	10.78 a	17.38 a
150		5.04 a	7.61 a	11.28 a	18.54 a
250		5.10 a	7.30 a	10.87 a	16.52 ab
350		4.87 a	5.98 b	8.15 b	13.27 cde

Letras diferentes demuestran significancia estadística ($p < 0.05$).

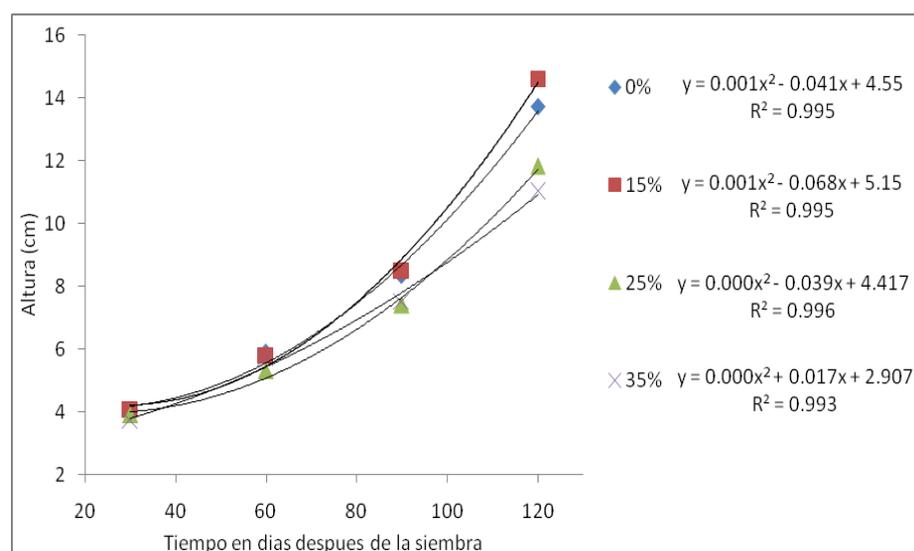


Figura 1. Promedios estimados de la altura total en las cuatro evaluaciones en la variedad Catimor.

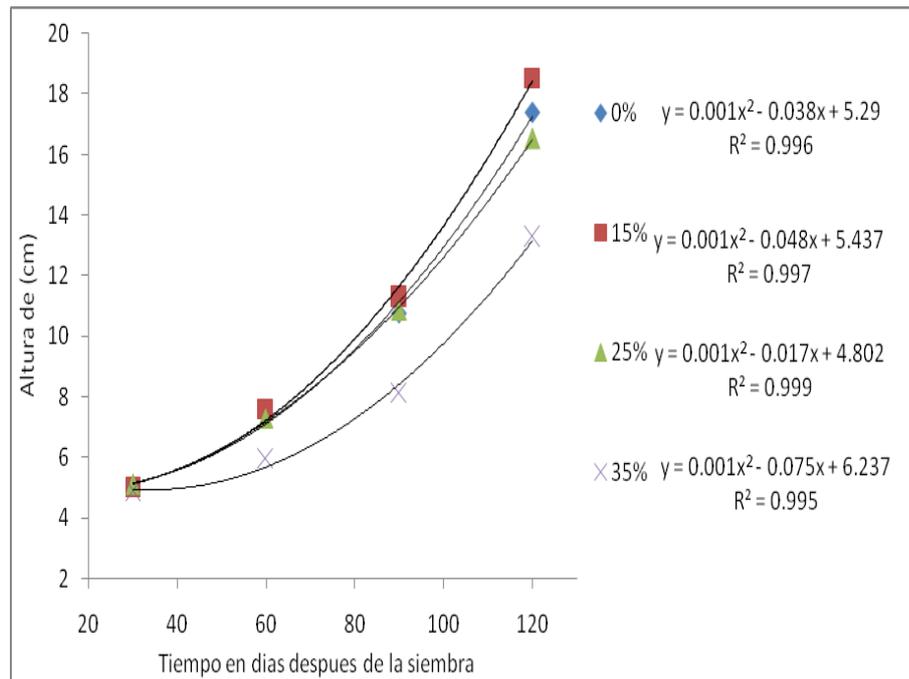


Figura 2. Promedios estimados de la altura total en las cuatro evaluaciones en la variedad Caturra.

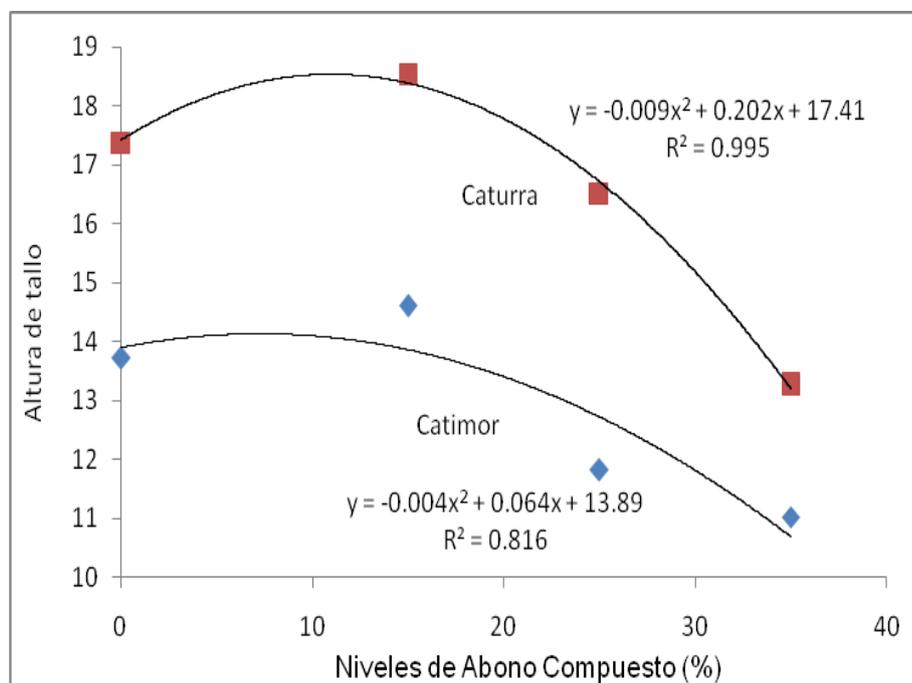


Figura 3. Comparación de la altura total con las dos variedades de café.

4.1.2. Diámetro de tallo

En el ANVA, la característica del diámetro del tallo a 30 días después de la siembra presentó diferencia en cuanto al bloque y dosis ($\alpha = 0.05$); a 60 días después de la siembra se encontró diferencias en las dosis ($\alpha = 0.05$); a 90 días después de la siembra se encontró diferencias en la dosis ($\alpha = 0.01$); y a los 120 días después de la siembra hubo diferencias en las dosis ($\alpha = 0.05$). El Cuadro 10 presenta resultados del diámetro de las dos variedades a los 30, 60, 90 y 120 días respectivamente; se observa que las plantas de la variedad Catimor presentaron mayores promedios de diámetro del tallo, en los 60 últimos días de evaluación. También se ha encontrado que la aplicación del T₃ ha limitado el incremento diametral del tallo en las dos variedades de café.

Cuadro 10. Comparación de promedios respecto al diámetro del tallo.

Dosis (g)	Variedad	Periodo de evaluación (días)			
		30	60	90	120
0	Catimor	1.95 a	2.31 a	2.70 a	2.99 a
150		2.01 a	2.27 ab	2.62 ab	2.99 a
250		1.86 a	2.10 bc	2.35 cd	2.62 bc
350		1.91 a	2.17 abc	2.37 cd	2.60 bc
0	Caturra	2.04 a	2.31 a	2.49 bc	2.70 b
150		1.88 a	2.25 ab	2.54 abc	2.75 b
250		1.90 a	2.10 bc	2.41 c	2.70 b
350		1.66 b	2.02 c	2.20 d	2.38 c

Letras diferentes demuestran significancia estadística ($p < 0.05$).

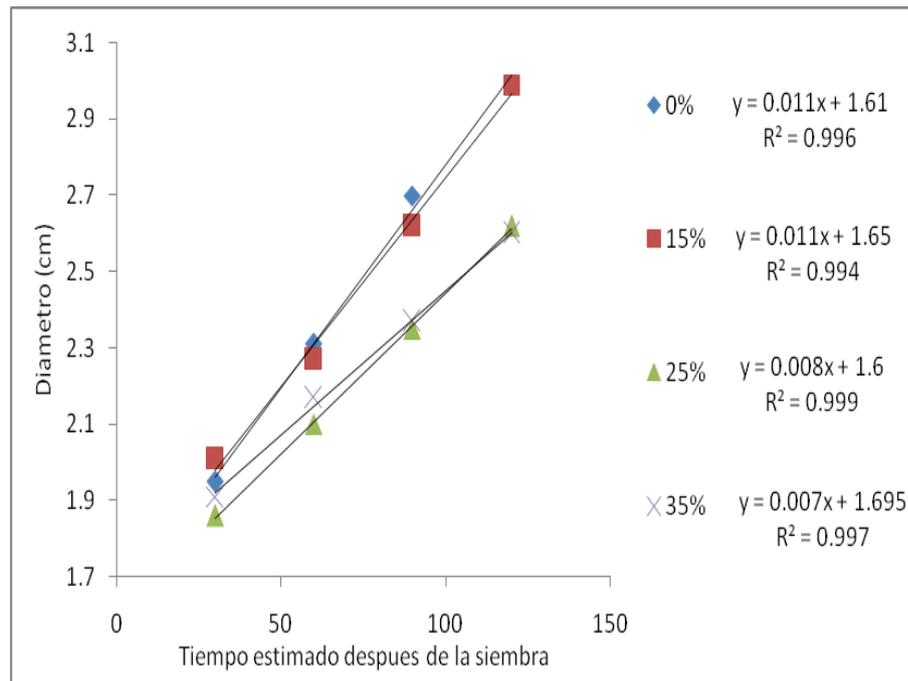


Figura 4. Promedios estimados del diámetro de tallo en cuatro evaluaciones de la variedad Catimor.

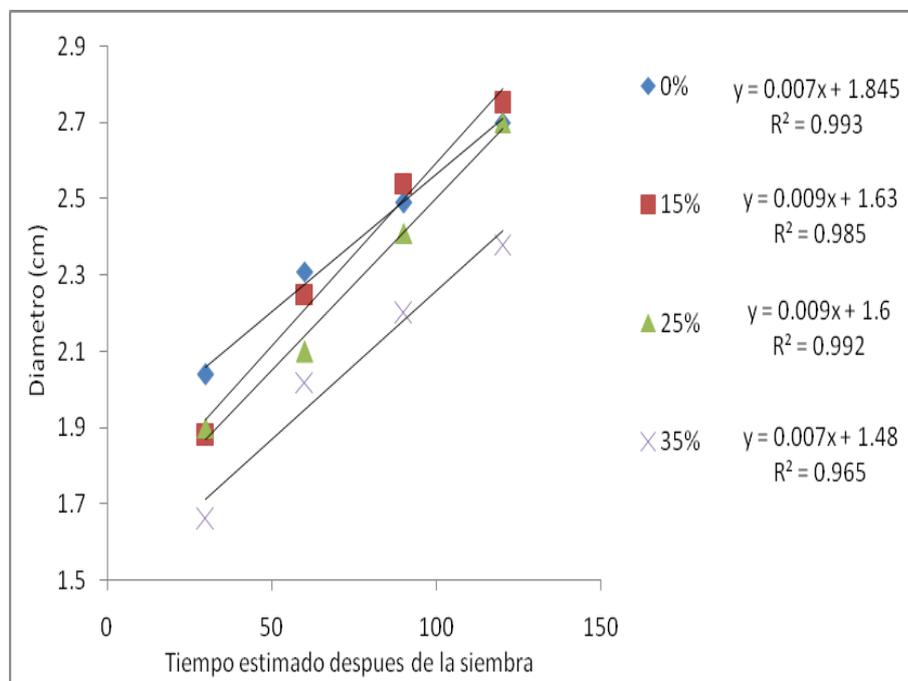


Figura 5. Promedios estimados del diámetro de tallo en las cuatro evaluaciones en la variedad Caturra.

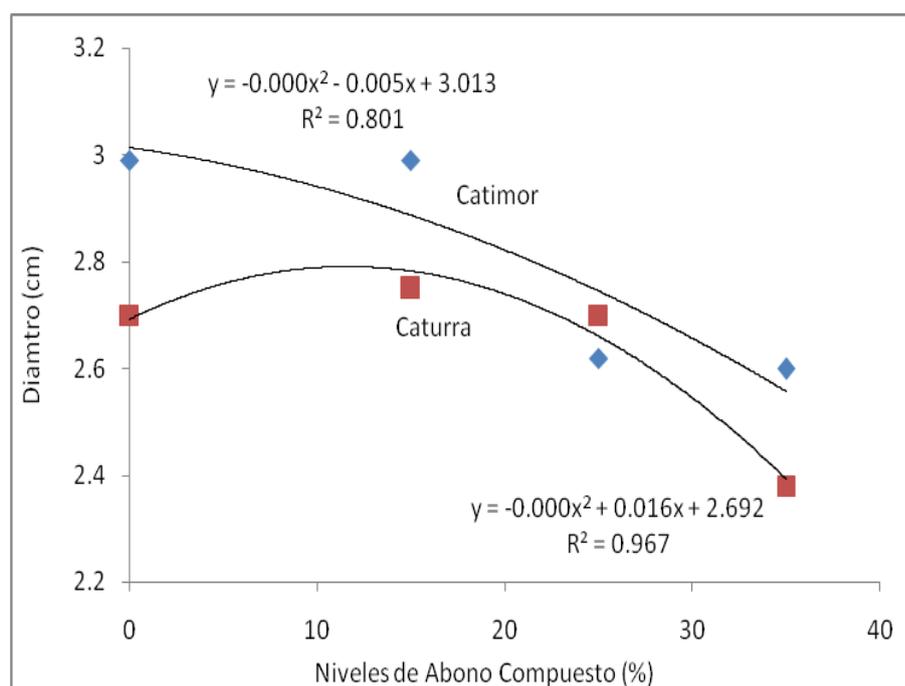


Figura 6. Comparación del diámetro de tallo en las dos variedades.

4.1.3. Sanidad de hojas

En el análisis de variancia (ANVA), se encontró diferencias significativas en el parámetro dosis a un grado de significancia del 99% ($\alpha = 0.01$). En el Cuadro 11 se encontró promedios de hojas sanas de las dos variedades la evaluación a los (120 días), se encontró mayor porcentaje de hojas sanas de la variedad Catimor en el testigo, mientras que en los demás tratamientos se encontró mayor porcentaje de hojas cloróticas (moteadas) en las dos variedades que fueron repicadas con T_3 . De acuerdo a las evaluaciones realizadas se pudo observar que el T_1 de la variedad Catimor alcanzó el mayor número de hojas con un promedio de 12.2 hojas en conjunto formando 6 pares de hojas.

Cuadro 11. Comparación de promedios respecto al porcentaje de hojas sanas.

Variedad	Dosis (g)	Total de hojas	Hojas moteadas	Sanidad de hojas (%)
Catimor	0	11.6	0.3	97.4 a
	150	12.2	0.4	96.9 a
	250	11.0	0.9	91.7 ab
	350	9.6	1.6	78.7 c
Caturra	0	12.1	2.0	83.0bc
	150	16.4	2.3	82.2bc
	250	12.1	2.6	77.0 c
	350	10.6	2.7	71.9 c

Letras diferentes demuestran significancia estadística ($p < 0.05$).

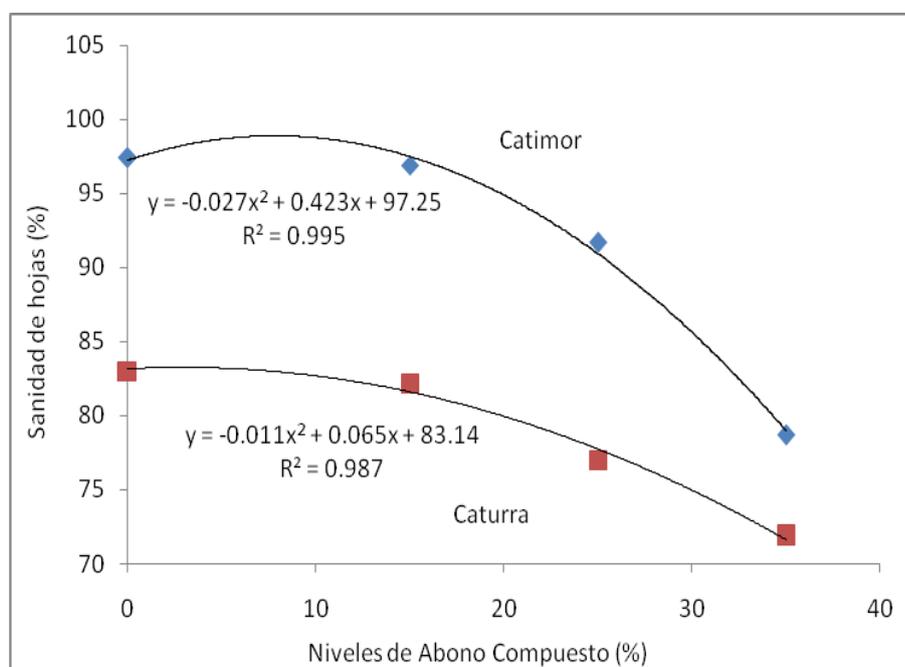


Figura 7. Comparación de las hojas sanas en las dos variedades.

4.1.4. Área foliar

En el análisis de variancia (ANVA), el área foliar de una hoja no presenta diferencias significativas en lo que respecta a la variedad, tanto en dosis como en la interacción variedad * dosis ($\alpha = 0.05$), con respecto al área foliar total existe diferencia significativa en dosis ($\alpha = 0.05$).

En el área foliar de las dos variedades al final de la evaluación a los 120 días (Cuadro 12), se encontró que la aplicación de diferentes dosis del abono compuesto junto al T₀, tuvo mayor influencia del área foliar en la variedad Catimor al comparar a la Caturra ($p < 0.05$). Mayor índice del área foliar se obtuvo con el T₂ en la variedad Catimor con un total de 434.19 cm², resultado que podría atribuirse a la reacción inmediata del abono compuesto en el suelo de tal manera que le proporciona los elementos necesarios.

Cuadro 12. Comparación de promedios respecto al área foliar.

Variedad	Dosis (g)	Área foliar de una hoja (cm ²)	Área foliar total (cm ²)
Catimor	0	51.97 a	373.67 a
	150	49.73 a	372.35 a
	250	54.34 a	434.19 a
	350	50.92 a	338.14 a
Caturra	0	43.55 ab	332.88 a
	150	54.60 a	423.66 a
	250	45.13 ab	361.82 a
	350	30.79 b	173.68 b

Letras diferentes demuestran significancia estadística ($p < 0.05$).

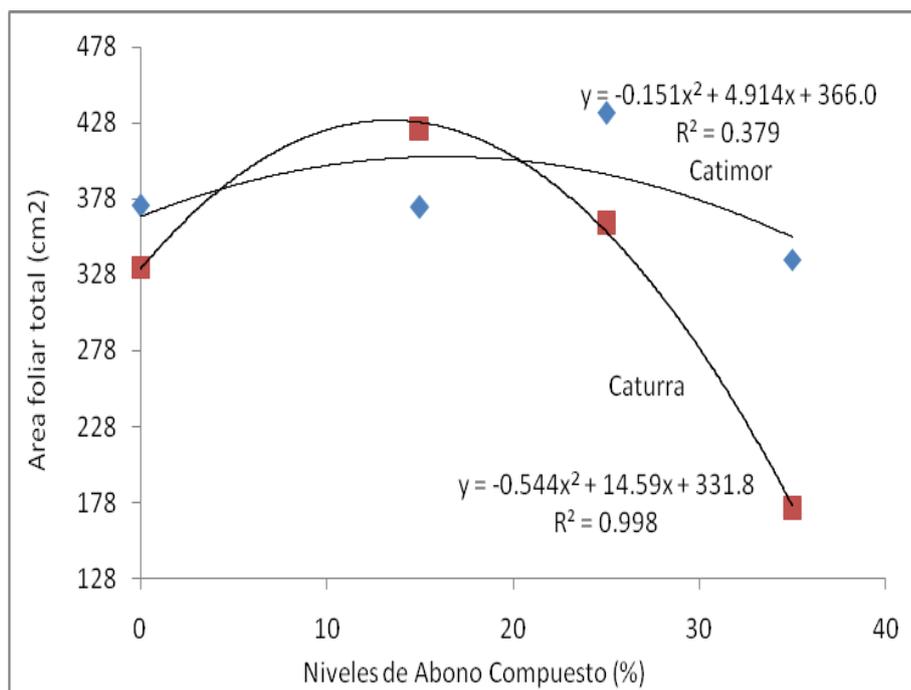


Figura 8. Comparación del área foliar en las dos variedades.

4.1.5. Longitud y volumen radicular

En el análisis de variancia (ANVA), la longitud de la parte aérea y radicular se encontró diferencia significativa en la interacción variedad * bloque y altamente significativa en la que respecta a la dosis ($\alpha=0.05$); en cuanto al volumen radicular se encontró diferencia significativa en lo que corresponde a dosis ($\alpha =0.01$). En el Cuadro 13 se aprecian variaciones de los resultados en lo que respecta a longitud y volumen radicular al final de la evaluación, donde la mayor longitud fue en el tratamiento T_0 variedad Caturra con un promedio de 30.7 cm y el mayor volumen radicular tratamiento T_1 variedad Catimor con un promedio de 3.2 cm³ y el tratamiento que obtuvo el menor promedio en longitud con 20.5 cm fue el Caturra con T_3 y el tratamiento de menor volumen radicular fue de 1.3 cm³ variedad caturra con T_3 .

Cuadro 13. Comparación de promedios con la longitud y volumen de la raíz.

Variedad	Dosis (g)	Longitud radicular (cm)	Volumen radicular (cm ³)
Catimor	0	30.0 ab	3.1 a
	150	29.6 ab	3.2 a
	250	27.5 ab	2.5 a
	350	22.2 cd	1.7 b
Caturra	0	30.7 a	2.8 a
	150	27.9 ab	2.7 a
	250	25.7 bc	2.6 a
	350	20.5 d	1.3 b

Letras diferentes demuestran significancia estadística ($p < 0.05$).

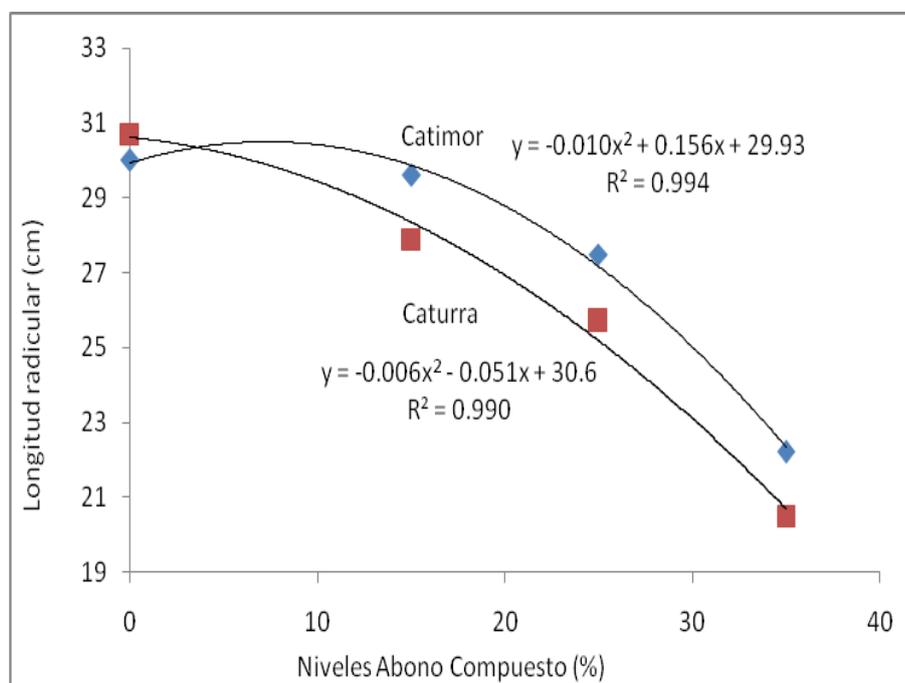


Figura 9. Comparación de la longitud radicular en las dos variedades.

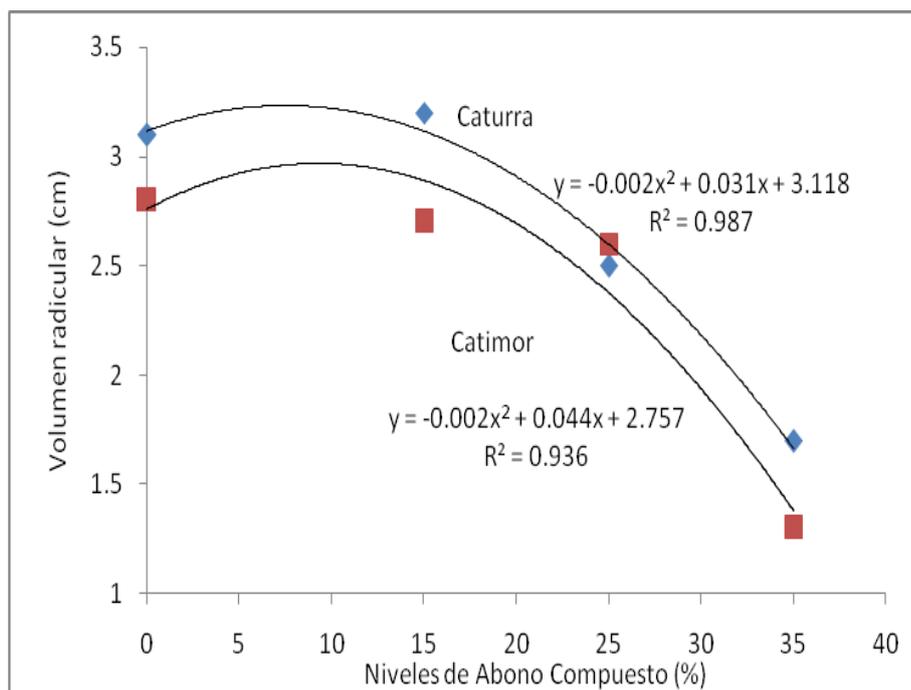


Figura 10. Comparación del volumen radicular en las dos variedades.

4.1.6. Peso fresco y peso seco

En el análisis de varianza (ANVA) para el peso fresco de la parte aérea y radicular se encontró diferencia significativa en dosis ($\alpha = 0.05$), para el peso seco de la parte aérea se encontró diferencia significativa en dosis ($\alpha = 0.05$) y para el peso seco de la parte radicular se encontró diferencia altamente significativa en dosis ($\alpha = 0.01$).

En el Cuadro 14 se presenta los resultados del peso fresco y peso seco de las variedades al final de la evaluación, los promedios obtenidos en la evaluación determinó que el mayor peso fresco de la parte aérea fue de 9.40 g en T₁ variedad Catimor y el menor fue de 4.60 g con T₃ variedad Caturra; y el mayor peso fresco de la parte radicular fue de 3.10 g en T₁ variedad Catimor,

datos similares se observaron en T₀ variedad Caturra y el menor peso fresco de la parte radicular 1.40 g en T₃ variedad Caturra. El peso seco promedio de la parte aérea fue mayor en la variedad Caturra en T₁ alcanzando un valor de 3.10 g y el menor fue 1.3 g en T₃ variedad Caturra, el peso seco radicular promedio fue mayor con 1.10 g en T₀ variedad Catimor y fue menor en T₃ variedad Caturra con promedio 0.40 g, el peso fresco de la parte aérea fue superior en las dos variedades al utilizar el T₁ como parte del sustrato, mientras en la parte radicular se encontró mayor peso en casi todas las dosis a excepción de T₃.

Cuadro 14 Comparación de promedios con el peso fresco y peso seco.

Variedad	Dosis (g)	Peso fresco (g)		Peso seco (g)	
		Parte aérea	Parte radicular	Parte aérea	Parte radicular
Catimor	0	7.50 ab	2.80 a	2.30 abc	1.10 a
	150	9.40 a	3.10 a	2.60 ab	1.00 ab
	250	7.10 ab	2.30 ab	2.10 bc	0.70 b
	350	5.90 bc	1.50 b	1.70 cd	0.50 c
Caturra	0	8.40 ab	3.10 a	2.40 abc	0.90 ab
	150	9.10 a	2.80 a	3.10 a	0.90 ab
	250	8.00 ab	2.40 a	2.50 ab	0.80 b
	350	4.60 c	1.40 b	1.30 d	0.40 c

Letras diferentes demuestran significancia estadística ($p < 0.05$).

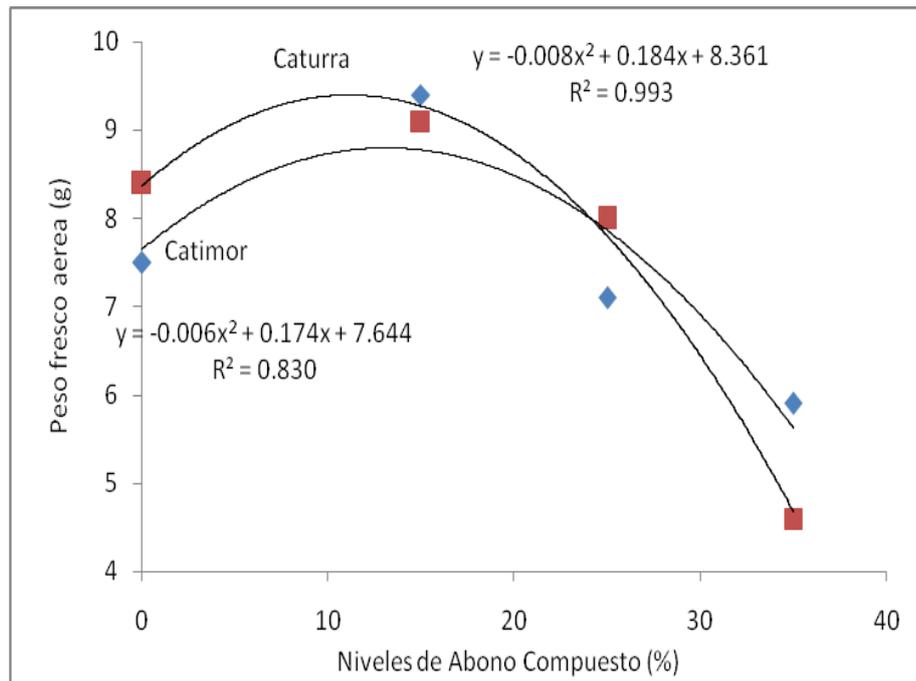


Figura 11. Comparación del peso fresco parte aérea con las dos variedades.

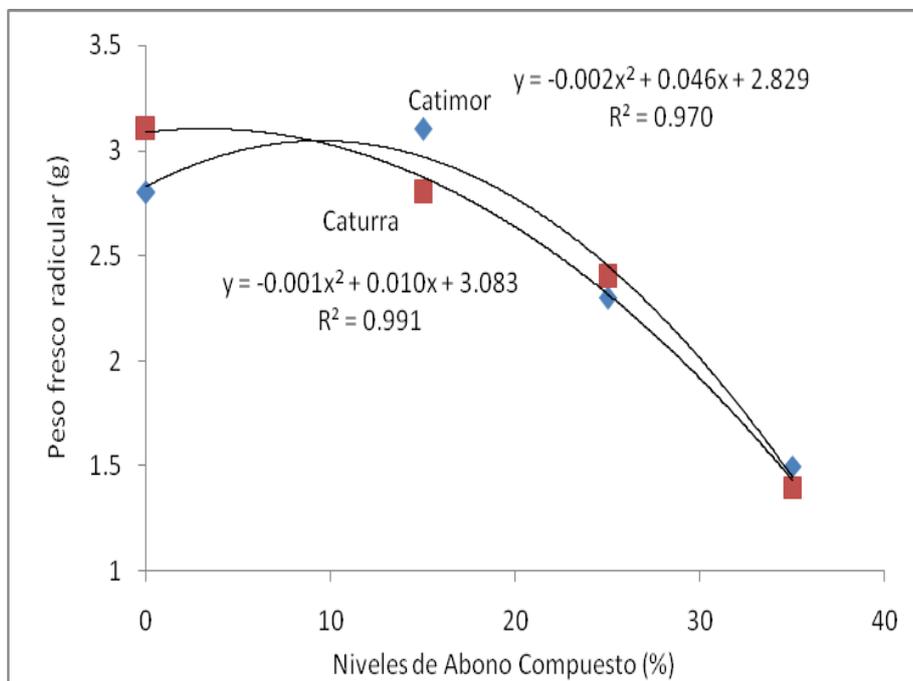


Figura 12. Comparación del peso fresco parte radicular con las dos variedades.

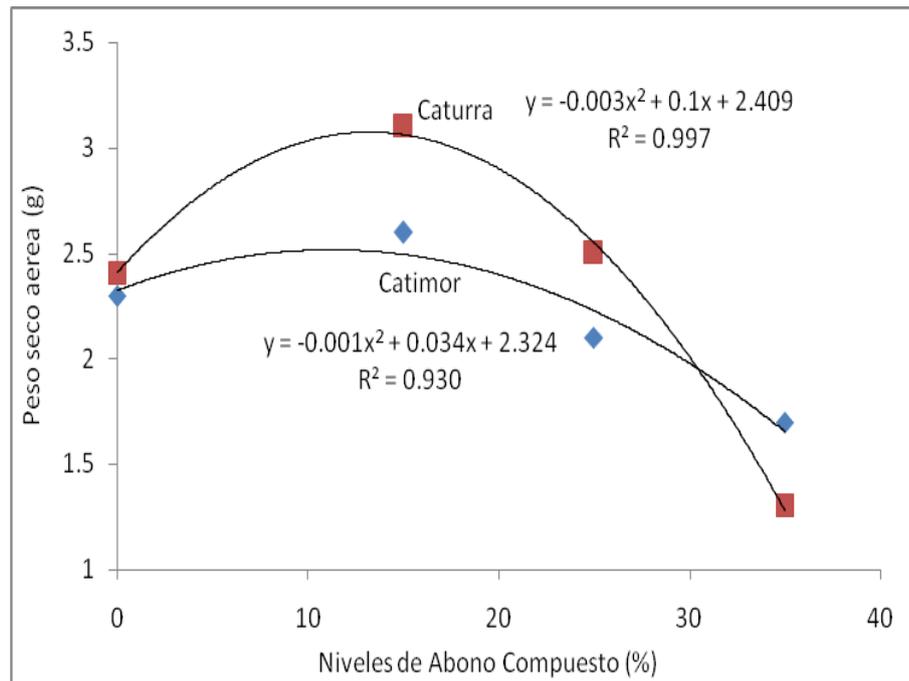


Figura 13. Comparación del peso seco parte aérea con las dos variedades.

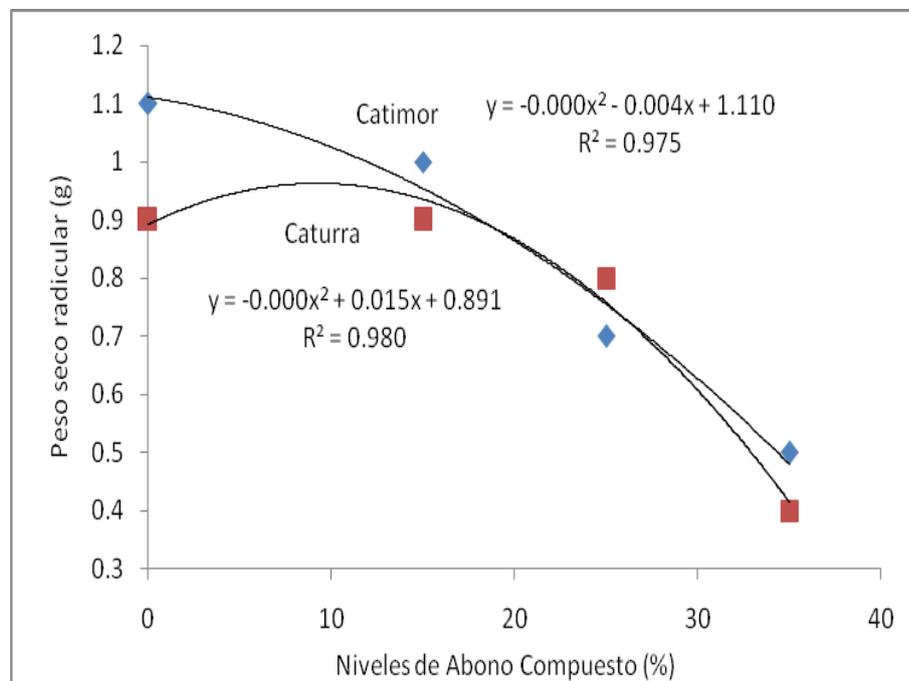


Figura 14. Comparación del peso seco parte radicular con las dos variedades.

4.1.7. Propiedades químicas de los sustratos

En el Cuadro 15 se presentan los resultados de las propiedades químicas de los sustratos y abono compuesto en donde se observa que el sustrato donde se utilizó 350 g de abono compuesto, presentó mayor valor de pH, fósforo y potasio, mientras que en el porcentaje de materia orgánica y nitrógeno el sustrato con 250 g de abono compuesto presentó mayores valores.

Cuadro 15. Propiedades químicas de los sustratos y abono compuesto.

Muestra	pH (1:1)	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	K (K/Ha)
T0	7.00	2.51	0.11	14.52	212.10
T1	7.43	3.65	0.16	12.71	442.38
T2	7.38	3.83	0.17	20.70	517.12
T3	7.45	3.61	0.16	23.78	554.49
A. Compuesto	7.01	28.82	0.25	39.93	144.77

Fuente: laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

4.1.8. Costos

El presupuesto incurrido al utilizar las diferentes dosis de abono compuesto en comparación al sustrato donde solo se utiliza tierra de bosque, muestra una ascendencia en los costos de producción y el costo de un plantón (Cuadro 16).

Cuadro 16. Costo de producción de plántones de café para una hectárea según tratamientos.

Sustratos utilizados	Costo (S/.)	
	Producción	Plantón
Tierra de bosque (T ₀)	1529.75	0.31
Tierra de bosque + 150 g A. Compuesto (T ₁)	2255.75	0.45
Tierra de bosque + 250 g A. Compuesto (T ₂)	2731.75	0.55
Tierra de bosque + 350 g A. Compuesto (T ₃)	3207.75	0.64

V. DISCUSIÓN

5.1. Altura total

El uso de dosis del abono compuesto ha permitido obtener alturas superiores estadísticamente para los tratamientos a excepción del testigo, REATEGUI (2010) menciona que el contenido de materia orgánica mejora la estructura e influencia en la absorción y retención de agua, el mantenimiento de bases cambiables y la capacidad de suministrar nitrógeno, fósforo, magnesio y otros elementos nutritivos a la planta.

Se registró crecimiento limitado en los plantones del tratamiento T₂ y T₃, y mejor resultado en el tratamiento de T₁ de ambas variedades, lo que pudo haber influenciado en crecimiento de los plantones una mayor cantidad de abono compuesto aplicado, VALENCIA (2005) hace referencia que la aplicación de cantidades excesivas de micronutrientes (B – Fe – Cu – Zn – Mn), no produce respuesta favorable en cuanto a producción y por el contrario pueden causar problemas de intoxicación particularmente por el Boro (B).

5.2. Diámetro de tallo

Se puede observar ligeras variaciones de diámetro en función a las evaluaciones donde las dosis de tratamiento T₀ y T₁ de la variedad Catimor

alcanzaron mayor promedio en diámetro de 2.99 mm, asimismo el tratamiento con menor promedio en diámetro fue el tratamiento T₃ de la variedad Caturra con 2.38 mm, CEPEDA (1991) menciona que la materia orgánica es uno de los elementos que favorece la nutrición del suelo y a través de ésta a la planta. Su contenido en el suelo influye en las condiciones físicas y biológicas de la plantación, asimismo la materia orgánica contribuye a la productividad del suelo y actúa como depósito de nutrientes; resultados similares obtenidos por REATEGUI (2010), PINCHI (2009) y MENDOZA (1996).

Se ha encontrado diferencias entre el comportamiento de crecimiento del tallo entre las dos variedades, MATHESON y COTTERILL (1990) afirman que la variabilidad existente en el desarrollo de distintos genotipos de una especie puede estar relacionada con una mayor o menor capacidad en la asimilación de nutrientes y por tanto, la respuesta en crecimiento a la aplicación de fertilizantes pueden estar condicionada por la variabilidad genética de la especie.

El limitado crecimiento que se encontró en los plántones de café donde se utilizó T₂ y T₃ de ambas variedades, pudo ser debido que se ha inhibido la asimilación de elementos nutricionales, TESSENDERLO GROUP (2005) afirma que las plantas de café tienen una alta demanda de potasio, este nutriente es un elemento esencial para muchas funciones de las plantas tales como la actividad enzimática, el transporte de agua, nutrientes, azúcares y el control de las células de los estomas; el primer estadio de la deficiencia de potasio se conoce como hambre escondida, en él no se aprecian síntomas

visuales pero se reduce el crecimiento de la planta como ha ocurrido en la investigación, los limitados crecimientos diametrales.

Los distintos genotipos de algunas especies vegetales pueden responder diferente a la aplicación de los fertilizantes debido a las variaciones en la capacidad de asimilación y aprovechamiento eficiente de los nutrientes del suelo (MATHESON y COTTERILL, 1990).

5.3. Sanidad de hojas

Se encontraron mayor porcentaje de hojas sanas en la variedad Catimor en el testigo, mientras que en los demás tratamientos se encontró mayor porcentaje de hojas cloróticas (moteadas) en las dos variedades que fueron repicadas con T₃, NAVARRO y NAVARRO (2003) indican que cuando existe presencia de materia orgánica el rendimiento crece con la concentración de nitrógeno hasta un punto en que empieza a decrecer por presentar fenómenos de intoxicación, la presencia de materia orgánica por el contrario permite un aumento de nitrógeno y prolongar hacia fuertes concentraciones su utilización por las plantas.

En los resultados presentados, se encontró mayor presencia de hojas moteadas (enfermedad nutricional) en el tratamiento T₃ de las dos variedades, esto pudo ser ocasionado por el uso mayor de abono compuesto, pudo haber ocurrido por las altas concentraciones de fósforo en el sustrato que pueden disminuir el crecimiento, principalmente por restricción de la absorción

y traslocación de Zn, Fe y Cu, apareciendo síntomas inducidos de esos microelementos (RAMOS, 2005).

Otro factor que haya influenciado en la deficiencia de nutrientes de las hojas pudo ser el efecto de reacción del suelo ya que a mayor efecto de un pH alcalino se reduce la solubilidad de todos los micronutrientes especialmente del Hierro, Zinc y Manganeso a excepción del molibdeno (DONAHUE, 1981), asimismo; el Hierro, Magnesio, Cobre y Zinc, son altamente disponible a un pH inferior a 5. Al aumentar el pH tiende a insolubilizarse bajo la forma de hidróxidos, de tal forma que en la zona alcalina sus posibilidades de utilización son extraordinariamente escasas.

5.4. Área foliar

Los mayores índices del área foliar se obtuvieron con el tratamiento T₂ en la variedad Catimor, resultado que podría atribuirse a la reacción inmediata del abono compuesto en el suelo de tal manera que le proporciona los elementos necesarios, MAROTO (2002) indica que el exceso de nitrógeno en la fase de crecimiento de la lechuga originó un crecimiento desordenado, con hojas excesivamente grandes y frágiles; por otro lado la aplicación correcta interviene en la estructura de la clorofila, favoreciendo una mayor actividad fotosintética que se traduce en un incremento de área foliar.

Otro factor que se considera es que la cantidad de nitrógeno disponible para la planta depende directamente del manejo del agua en distintos sistemas de riego (CANTLIFFE *et al.*, 1998).

Uno de los elementos que haya influenciado en el incremento del área foliar pudo ser el nitrógeno y que puede variar de acuerdo a la cantidad que se haya aplicado, ya que mientras mayor fue la dosis utilizada mucho más empezó a decrecer el área foliar, cuando ésta es insuficiente, la absorción del nitrógeno y los rendimientos disminuyen marcadamente y si es excesiva provoca lavado y pérdida de nitrógeno (KARAM *et al.*, 2002).

El nitrógeno puede afectar las tasas de aparición y expansión foliar modificando el área foliar y la intercepción de radiación solar por el cultivo. Deficiencias severas de N no disminuyeron el número final de hojas por planta pero redujeron principalmente la tasa de expansión foliar con un leve impacto sobre la tasa de aparición foliar (UHART, 1995).

5.5. Longitud y volumen radicular

Se encontró menor tamaño de las raíces y menor volumen radicular en los plántones de café al utilizarse mayor dosis del abono compuesto a lo que VALENCIA (2005) afirma que un buen sistema de raíces permite a la planta explorar suficiente volumen de suelo para obtener agua y nutrientes, lo que se traduce en buen desarrollo vegetativo y buena producción.

Las medias menores alcanzadas pueden deberse a diversos factores que influenciaron en forma negativa en el tratamiento empleado. BALAGER (1999) indica que el exceso de compactación puede afectar a las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato. Lo cual indica la importancia de tener un sustrato con características físico-químicas ideales

para el desarrollo de la raíz y que pueden captar sus nutrientes y tener un buen desarrollo de la parte aérea.

La fertilidad adecuada al suelo le sirve al cafeto, principalmente para que sus raíces crezcan abundantes y/o profundas; proporcionarle y acumular nutrientes; disponer y almacenar agua, así como para que otras especies animales y vegetales vivan. Cuando todo lo anterior ocurre, el suelo se vuelve un sustrato muy dinámico y lleno de vida (QUIJANO y GIL, 2008).

FASSBENDER (1975) indica que para un buen desarrollo radicular es necesario una determinada cantidad de aire, bajo condiciones de mala aireación disminuye el contenido de oxígeno, aumenta el CO₂ y se producen gases nocivos tales como el metano, ácido sulfhídrico que provocan disminución de crecimiento radicular, absorción de agua, nutrientes y la vida microbiana en el suelo. KRAMER (1974) añade que la deficiencia de aireación del suelo se determina por el tipo de suelo, clase de cultivo, temperatura, duración de anegamiento y presencia de microorganismos.

El cafeto con sistema radicular de poca raíz primaria y secundaria y no tiene raíces absorbentes presenta paloteo, amarillamiento, fuerte ataque de mancha de hierro y continua pérdida y caída de hojas (VALENCIA, 2005).

5.6. Peso fresco y peso seco

El mayor peso fresco de la parte aérea fue en T₁ variedad Catimor y el menor fue con T₃ variedad Caturra; y el mayor peso fresco de la parte

radicular fue en T₁ variedad Catimor y el menor peso fresco de la parte radicular en T₃ variedad Caturra. BINKLEY (1993) menciona que la fertilización produce varios cambios en la fisiología de las plantas que resultan en un mayor incremento de la biomasa, la cual se ha observado en los sustratos utilizados con menor dosis del abono compuesto.

La fertilización de plantones tiene el objetivo de promover el rápido crecimiento y aumentar la vigorosidad de las plantas para garantizar su establecimiento en campo (ACP, 2006); mientras que cuanto más se ha utilizado las dosis de abono compuesto se ha limitado el crecimiento de los plantones que pudo haber sido influencia de una intoxicación.

BINKLEY (1993) añade que las hojas aumentan su actividad fotosintética cuando aumenta los niveles de clorofila, los árboles pueden expandir su dosel, o cambiar la distribución de los productos fotosintéticos. Se ha encontrado que la tasa de fotosíntesis neta puede variar de un 10 a un 30% conforme cambia la concentración de nutrientes en las hojas. Con frecuencia, los incrementos que se producen en el crecimiento con la fertilización son mayores que el 30% de modo que, en general, una mayor eficiencia fotosintética no puede explicarse con base a la magnitud de la respuesta.

5.7. Propiedades químicas de los sustratos

El sustrato donde se utilizó 350 g de abono compuesto, presentó mayor valor de pH, fósforo y potasio, mientras que en el porcentaje de materia orgánica y nitrógeno el sustrato con 250 g de abono compuesto presentó

mayores valores. MONGE (1999) indica que el café prefiere los suelos ligeramente ácidos, es decir un pH 5.0 - 6.0. Aun así se pueden obtener buenos rendimientos en suelos más ácidos, siempre que las propiedades físicas del suelo sean buenas. También se considera una reacción del suelo entre 5.5 – 6.5 de pH; mientras que los sustratos presentaron pH por encima de 7.0, las cuales pudieron ser factores que limitaron la absorción de los nutrientes.

El nitrógeno (N) es el nutriente con mayor impacto sobre el rendimiento y la calidad de los cultivos en general. Es extremadamente dinámico en el suelo y sufre cambios que incluyen procesos de pérdidas, ganancias y transformaciones (ARUANI *et al.*, 2008) las cuales fueron influenciados por los altos valores de pH.

TESSENDERLO GROUP (2005) indica que las plantas de café tienen una alta demanda de potasio, asimismo RAMOS (2005) afirma que las plantas con exceso de K presentan frecuentemente deficiencias de Mg y posiblemente de Ca, debido a que se inducen desbalances nutrimentales, los cuales interfieren en la relación óptima de K/Mg y K/Ca, si estos dos nutrimentos están por debajo de sus rangos de suficiencia.

La mayor parte de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del suelo ocurre en las arcillas y humus, existiendo mayor Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en el humus en comparación con la arcilla, DONAHUE (1981) menciona que la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

es una reacción importante en la fertilidad del suelo para corregir acidez y salinidad en cambios que alteren las propiedades físicas del suelo y como un mecanismo de purificación o alteración de aguas percoladas.

5.8. Costos

Se ha encontrado que mientras se incrementa la dosis del abono compuesto, se incrementa el costo por plantón, VALENCIA (2005) afirma que el objetivo principal del uso de fertilizantes es obtener el mayor rendimiento posible con el mínimo de costo, para hacer rentable la actividad agrícola. Para cafetales, las recomendaciones deben considerar que hasta la floración las plantas de café necesitan principalmente N y P y a partir de la floración, cuando se inicia la etapa de producción, requiere principalmente N y K. Sin embargo, es fundamental mantener el balance de nutrientes. Los nutrientes se encuentran en el suelo en cantidades variables. Con frecuencia, esas cantidades no son suficientes para la adecuada alimentación de la planta y por eso hay necesidad de fertilizar los cultivos.

VI. CONCLUSIONES

1. La variedad Caturra presentó mejor comportamiento en altura total de la planta (18.54 cm, T₁); en cuanto al diámetro la variedad Catimor fue la que alcanzó mejor resultado (2.99 mm, T₀ y T₁); en lo que respecta al área foliar la variedad Catimor fue la que resultó con mayor promedio (434.19 cm², T₂); en la longitud radicular se obtuvo mayor promedio en la variedad Caturra (30.7 cm, T₀); en el parámetro volumen radicular se obtuvo mayor promedio la variedad Catimor (3.2 cm³, T₁); peso fresco parte aérea se obtuvo mayor resultado en la variedad Catimor (9.40 g, T₁); peso fresco parte radicular se obtuvo mayor resultado en las dos variedades (3.10 g, T₁ y T₀); para el peso seco parte aérea se obtuvo mayor resultado en la variedad Catimor (2.60 g, T₁); y para el peso seco parte radicular se obtuvo un mayor resultado en la variedad Catimor (1.10 g, T₀).
2. El tratamiento (T₃), ha tenido mayor valor de pH (7.45), fósforo (0.131 ppm) y potasio (1.647 %), mientras que el tratamiento (T₂) presentó mayores niveles de materia orgánica (3.83 %) y nitrógeno (0.17 %).
3. Hubo mayor porcentaje de hojas sanas en la variedad Catimor (97.4 %,) que se dieron con el tratamiento testigo, mientras que en las plantas

donde se repicaron con T₃ hubo mayores síntomas de deficiencia (71.9 %) en la variedad Caturra.

4. El presupuesto alcanzado para una hectárea utilizando diferentes dosis del abono compuesto fue T₁ (S/. 2255.75); T₂ (S/. 2731.75); T₃ (S/. 3307.75) y T₀ (S/. 1529.75), se incrementan los costos de producción y el costo por plantón T₁ (S/. 0.45); T₂ (S/. 0.55); y T₃ (S/. 0.64) mientras se aumenta las dosis de abono compuesto.

VII. RECOMENDACIONES

1. Los técnicos viveristas encargados de la producción de plántones de café, deben realizar ensayos donde se apliquen dosis menores de 150 g del abono compuesto por bolsa, con la finalidad de encontrar una dosis con mayores efectos sobre el crecimiento de los aspectos morfológicos y la obtención de plántones con calidad.
2. Realizar pruebas con la aplicación del abono compuesto en otros cultivos agronómicos y forestales para la obtención de plántones con calidad.
3. Incentivar a la producción de plántones con abonos orgánicos como bocashi, guano de isla, etc. que ayuda a asignarle usos complementarios a diversos productos orgánicos que se desechan sin poder conocer sus bondades, la cual se obtienen con manejos adicionales sin mucho costo.

Fertilizer dose effect compounds in two varieties of coffee (*Coffea arabica* L.) in nursery phase conducted in Tingo Maria

ABSTRACT

Seeking to determine the effect of the substrate with four doses of compounds in two varieties of coffee species (*Coffea arabica* L.) during the nursery phase, between December 2011 and June 2012, it took place in the forest nursery and ornamental called "El Silvicultor" of the Facultad de Recursos Naturales Renovables in Tingo Maria. We used coffee seed of varieties of Catimor and Caturra under a design of blocks completely random (DBR) with a factorial arrangement of 4 levels in 2 varieties in split plot 5 reps (DSR). We used polyethylene bags containing 1.5 Kg of substrate, it was determined that variety of Caturra showed better performance in the growth of the variable overall height of the plant (18.54 cm, T1) and a root length (30.7 cm, T0), the variety of Catimor had higher average value stem diameter (2.99 mm, T1), percentage of healthy leaves (97.4%, T0), total leaf area (434.19 cm², T2) and dry weight of the aerial part (2.60 g, T1). The volume and root fresh weight were negatively affected in the two varieties when using T3. The substrate which was used T3, has had greater pH, phosphorus and potassium, while the organic matter and nitrogen was higher in the substrate with T2. It was determined that the dose T1 showed higher growth in the variables evaluated, and coffee varieties showed varying behavior according to each parameter.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP). 2006. Manual de reforestación. Cuenca hidrográfica del canal de Panamá. División de administración ambiental; Sección de manejo de cuenca. Volumen 1. Panamá. 32 p.
- AGROSCIENCE SAC. 2011. Linfasoil; Fertilizante - enmienda nucleada orgánica activa o núcleo nutricional orgánico. Programa integral de suelos. Lima, Perú. 13 p.
- ANSORENA, M. 1994. Sustratos. Madrid, España, Mundi-prensa. pp 17-20.
- ARUANI, M.C., GILI, P., FERNÁNDEZ, L., GONZÁLEZ JUNYENT, R., PABLO REEB, P., SÁNCHEZ, E. 2008. Utilización del nitrógeno en diferentes manejos de fertilización en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su efecto sobre algunas variables biológicas del suelo, Neuquen - Argentina. AGRO SUR 36 (3): 147-157.
- BALAGER, F. 1999. Los abonos orgánicos. Edit R. Vicente. Madrid, España. 35 p.
- BINKLEY, D. 1993. Nutrición forestal, prácticas de manejo. Trad. Por Manuel Guzmán. 1 ed. Balderas, México, Limusa, S.A. de C.V. 518 p.

- CANTLIFFE, D.J., HOCHMUTH G.J., KARCHI, I., SECKER, I., BEN-YEHOSHUA, S. 1998. Nitrogen fertility requirement for iceberg lettuce grow on sandland with plastic mulch and drip irrigation. Proc. Fla. State Hort. Soc. 110: 306-309.
- CASTAÑEDA, C. 2000. El ABC del café. Edición TECNAPROP S.R.L. Imprenta BEKOS S.A. Lima, Perú. 177 p.
- CEPEDA, D. 1991. Química de Suelos. 2° Ed. México. Trillas S.A. 85 p.
- CHAVES, V. 1999. Manejo de la fertilización en café. Coordinador Nutrición Mineral. CICAFFE. ICAFE. XI Congreso Nacional Agronómico./ III Congreso Nacional de Suelos. pp 163-173.
- DOMINGUEZ, E., LÓPEZ, J., CASTILLO, R., RUÍZ, P. 1999. El Cocotero (*Cocus nucifera* L.) Manual para la Producción en México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo. Libro Técnico Num. 6. Tabasco, México. 132 p.
- DONAHUE, R., MILLER, R., SHICKLUNA, J. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Edit Prentice/Hall Internacional. 624 p.
- FASSBENDER, H. 1975. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Turrialba – Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 397 p.
- FISCHERSWORRING, B., ROßKAMP, R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. 3 ed. Desarrollo Alternativo del Ministerio de Cooperación

Económica y Desarrollo (BMZ) de la República Federal de Alemania.
152 p.

FLINTA, C. 1978. Prácticas de plantación forestal en América Latina. FAO.
pp 255- 259.

FLORES, L., GUERRA, J., OLIVERA, P. 1996. Boletín técnico; Manejo de viveros y plantaciones forestales. Universidad nacional Agraria de la Selva; Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú.
54 p.

GALLOWAY, G., BORGO, J. 1983. Manual de viveros forestales en la sierra peruana. Lima, Perú, proyecto FAO/Holanda/INFOR. pp 123 – 132.

GONZÁLEZ, L., ORTÍZ, C., SANDOVAL, E., OLIVEIRA, S., DOMÍNGUEZ, C., ÁVILA, L., PALACIOS, A., COUTIÑO, M. 1999. Tecnología para la Producción de Palma de Aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en México. INIFAP. Libro Técnico No. 4. Veracruz, México. 177p.

HARTMAN, H., KESTER, D. 1972. Propagación de Plantas. C.E.C.S.A México. pp 53-55.

HEBBLETHWAITE, P. 1983. Producción moderna de semillas. 797 p.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, P. 2007. Metodología de la investigación. 4 ed. México, Mc Graw Hill Interamericana. 850 p.

HUERTAS, V. 2005. Fertilización de suelos. Caritas Huacho. Huacho, Perú.

- INDÍGENAS SIN FRONTERAS (ISF). 2008. Estudio Económico de Café Orgánico – Región Chatina. Oaxaca, México. 95 p.
- KARAM, F., MOUNZER, O., SARKIS, F., LAHOUD, R. 2002. Yield and Nitrogen recovery of lettuce under different irrigations regimes. *J. Appl. Hort.* 4: 70:76.
- KRAMER, J., P. 1974. Relaciones Hídricas de suelo y plantas. Centro Regional de Ayuda Técnica. Ciudad de México, México. 227 p.
- MATHESON, A.C., COTTERILL, P.P. 1990. Utility of genotype x environment interactions. En Management of water and nutrient relations to increase forest growth. Proceedings of a Seminar Hheld 19-22 October 1987. Canberra, Australia. *Forest Ecology and Management.* 30: 1 4, 159-174.
- MENDOZA, V. 1996. Efecto de cuatro niveles de humus de lombriz, en el crecimiento de inicial de Capirona *Calycophyllum spruceanum* (Benth), en suelos degradados en Tingo María. Para optar el título de Ing. en Recursos Naturales Renovables – Mención Forestales, Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 78 p.
- MONGE, L.F. 1999. Manejo de la nutrición y fertilización del cultivo del café orgánico en Costa Rica. Grupo Café Britt - Tierra Madre, S.A. XI Congreso Nacional Agronómico. / III Congreso Nacional de Suelos. pp 175-191.

- MONTERO, G., CISNEROS, O., CAÑELLAS, I. 2003. Manual de selvicultura para plantaciones de especies productoras de madera de calidad. INIA. Mundi-Prensa, Madrid, España. 284 p.
- MAROTO, J.V. 2002. Horticultura herbácea especial. 5º Edición. Madrid Barcelona, Ediciones Mundi Prensa, 702 p.
- NAVARRO, S., NAVARRO, G. 2003. Química Agrícola. 2 ed. Mundi Prensa, Madrid, España. 487 p.
- PINCHI, H. 2009. Efecto de diferentes dosis de bokashi EM sobre el crecimiento en viveros de plantas de castaña "*Bertholletia excelsa* HBK" producidos en tubetes. Para optar el título de Ing. en Recursos Naturales Renovables – Mención Ciencias Forestales, Tingo María, Perú. UNAS. 46 p.
- PROGRAMA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONÍA (PROAMAZONIA). 2003. Caracterización de las zonas cafetaleras en el Perú. Ministerio de Agricultura. Informe final. Lima, Perú. 136 p.
- PROGRAMA NACIONAL DE COMPETITIVIDAD (PNC). 2005. Guía básica para el manejo ambiental del cultivo de café. Costa Rica. 21 p.
- QUIJANO, J.M., GIL, S. 2008. Importancia del análisis del suelo cafetalero. Artículo técnico. PROCAFE. Colombia. 4 p.

- RAMOS, F. 2005. Nutrición vegetal. Fertilización de los cultivos: Estimación del requerimiento de fertilizantes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 473 p.
- REATEGUI, M. 2010. Evaluación del efecto de tres abonos orgánicos para el crecimiento de *Colubrina glandulosa* Perkins (shaina), en fase de vivero en Tingo María. Para optar el título de Ing. en Recursos Naturales Renovables – Mención Ciencias Forestales, Tingo María, Perú. UNAS. 66 p.
- SHINTANI, M. 2000. Manejo de desechos de la producción bananera. Quito, Ecuador. pp 20-65.
- TESSENDERLO GROUP. 2005. Sulfato de Potasio en el cultivo de café. Bruselas, Bélgica. 4 p.
- UHART, S. 1995. Efecto de la disponibilidad de nitrógeno y carbono sobre la determinación del número de granos y del rendimiento en maíz. Tesis Dr. Universidad Nacional de Mar del Plata. Buenos Aires, Argentina.
- VALENCIA, G. 2005. Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto. Consultor privado. Colombia. 10 p.
- ZAVALA, W. 2002. Guía de prácticas de Edafología. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 11 p.

ANEXO

ANEXO 1. Análisis de varianza y promedios de las variables evaluadas.

Cuadro 17. Análisis de varianza de la altura total a los 30 días de evaluación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	12.390	3.098	1.422	0.371ns
Variedad	1	11.492	11.492	5.277	0.083ns
Variedad * Bloque	4	8.711	2.178	12.189	0.000 **
Entre parcelas (variedad)	9	32.59	16.77		
Dosis	3	0.477	0.159	0.890	0.461ns
Variedad * Dosis	3	0.099	0.033	0.185	0.906ns
Error	24	4.288	0.179		
Dentro de parcelas	30	4.86	0.37		
Total	39	37.46	17.14		

Cuadro 18. Análisis de varianza de la altura total a los 60 días de evaluación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	3.585	0.896	1.315	0.399ns
Variedad	1	19.726	19.726	28.934	0.006 *
Variedad * Bloque	4	2.727	0.682	0.991	0.431ns
Entre parcelas (variedad)	9	26.04	21.30		
Dosis	3	4.741	1.580	2.297	0.103ns
Variedad * Dosis	3	4.723	1.574	2.288	0.104ns
Error	24	16.514	0.688		
Dentro de parcelas	30	25.98	3.84		
Total	39	52.02	25.15		

Cuadro 19. Análisis de varianza de la altura total a los 90 días de evaluación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	3.566	0.892	0.238	0.903ns
Variedad	1	53.801	53.801	14.370	0.019 *
Variedad * Bloque	4	14.976	3.744	1.449	0.249ns
Entre parcelas (variedad)	9	72.34	58.44		
Dosis	3	24.520	8.173	3.164	0.043 *
Variedad * Dosis	3	10.916	3.639	1.409	0.265ns
Error	24	61.998	2.583		
Dentro de parcelas	30	97.43	14.40		
Total	39	169.78	72.83		

ns: no presenta diferencias

*: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 20. Análisis de varianza de la altura total a los 120 días de evaluación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	19.985	4.996	0.285	0.874ns
Variedad	1	132.241	132.241	7.549	0.052ns
Variedad * Bloque	4	70.068	17.517	15.067	0.230ns
Entre parcelas (variedad)	9	222.29	154.75		
Dosis	3	110.418	36.806	31.659	0.042 *
Variedad * Dosis	3	7.865	2.622	2.255	0.877ns
Error	24	27.902	1.163		
Dentro de parcelas	30	146.19	40.59		
Total	39	368.48	195.34		

ns: no presenta diferencias

*: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 21. Análisis de varianza del diámetro del tallo a 30 días de evaluación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	0.744	0.186	7.086	0.042 *
Variedad	1	0.036	0.036	1.371	0.306ns
Variedad * Bloque	4	0.105	0.026	1.152	0.358ns
Entre parcelas (variedad)	9	0.89	0.25		
Dosis	3	0.263	0.088	3.846	0.022 *
Variedad * Dosis	3	0.187	0.062	2.735	0.066ns
Error	24	0.547	0.023		
Dentro de parcelas	30	1	0.17		
Total	39	1.88	0.42		

ns: no presenta diferencias

*: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 22. Análisis de varianza del diámetro del tallo a 60 días de evaluación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	0.741	0.185	5.614	0.062ns
Variedad	1	0.022	0.022	0.667	0.464ns
Variedad * Bloque	4	0.132	0.033	1.079	0.388ns
Entre parcelas (variedad)	9	0.90	0.24		
Dosis	3	0.372	0.124	4.054	0.018 *
Variedad * Dosis	3	0.041	0.014	0.447	0.722ns
Error	24	0.734	0.031		
Dentro de parcelas	30	1.15	0.17		
Total	39	2.04	0.41		

ns: no presenta diferencias

*: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 23. Análisis de varianza del diámetro del tallo a 90 días de evaluación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	0.800	0.200	4.372	0.091ns
Variedad	1	0.097	0.097	2.120	0.219ns
Variedad * Bloque	4	0.183	0.046	1.474	0.242ns
Entre parcelas (variedad)	9	1.08	0.34		
Nivel	3	0.690	0.230	7.409	0.001 **
Variedad * Nivel	3	0.109	0.036	1.170	0.343ns
Error	24	0.745	0.031		
Dentro de parcelas	30	1.54	0.30		
Total	39	2.62	0.64		

ns: no presenta diferencias

**: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.01$).

Cuadro 24. Análisis de varianza del diámetro del tallo a 120 días de evaluación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	1.123	0.281	2.879	0.165ns
Variedad	1	0.266	0.266	2.728	0.174ns
Variedad * Bloque	4	0.390	0.098	1.857	0.151ns
Entre parcelas (variedad)	9	1.78	0.64		
Dosis	3	0.610	0.203	3.873	0.003 *
Variedad * Dosis	3	0.211	0.070	1.340	0.285ns
Error	24	1.260	0.053		
Dentro de parcelas	30	2.08	0.33		
Total	39	3.86	0.97		

ns: no presenta diferencias

*: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 25. Análisis de varianza del porcentaje de hojas sanas.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	599.054	149.764	0.504	0.738ns
Variedad	1	1600.984	1600.984	5.386	0.081ns
Variedad * Bloque	4	1189.035	297.259	2.231	0.096ns
Entre parcelas (variedad)	9	3389.07	2048.01		
Dosis	3	1414.500	471.500	3.538	0.030 *
Variedad * Dosis	3	114.904	38.301	0.287	0.834ns
Error	24	3198.470	133.270		
Dentro de parcelas	30	4727.87	643.07		
Total	39	8116.95	2690.08		

ns: no presenta diferencias

*: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 26. Análisis de varianza del área foliar de una hoja.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	744.625	186.156	1.310	0.400ns
Variedad	1	676.177	676.177	4.757	0.095ns
Variedad * Bloque	4	568.628	142.157	0.771	0.554ns
Entre parcelas (variedad)	9	1989.43	1004.49		
Dosis	3	709.695	236.565	1.284	0.303ns
Variedad * Dosis	3	785.519	261.840	1.421	0.261ns
Error	24	4422.321	184.263		
Dentro de parcelas	30	5917.53	682.67		
Total	39	7906.97	1687.16		

ns: no presenta diferencias ($p < 0.05$).

Cuadro 27. Análisis de varianza del área foliar total.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	70613.67	17653.42	1.26	0.415ns
Variedad	1	32007.87	32007.87	2.28	0.205ns
Variedad * Bloque	4	56104.55	14026.14	1.55	0.220ns
Entre parcelas (variedad)	9	158726.10	63687.43		
Dosis	3	134666.06	44888.69	4.96	0.008 *
Variedad * Dosis	3	59448.04	19816.01	2.19	0.115ns
Error	24	217120.06	9046.67		
Dentro de parcelas	30	411234.16	73751.37		
Total	39	569960.26	137438.80		

ns: no presenta diferencias

*: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 28. Análisis de varianza de la longitud de la parte aérea.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	34.24	8.56	0.15	0.951ns
Variedad	1	204.49	204.49	3.69	0.127ns
Variedad * Bloque	4	221.66	55.42	3.50	0.022 *
Entre parcelas (variedad)	9	460.38	268.46		
Dosis	3	409.74	136.58	8.63	0.000 **
Variedad * Dosis	3	100.11	33.37	2.11	0.126ns
Error	24	380.02	15.83		
Dentro de parcelas	30	889.86	185.78		
Total	39	1350.24	454.24		

ns: no presenta diferencias

*: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 29. Análisis de varianza de la longitud de la parte radicular.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	44.48	11.12	0.20	0.924ns
Variedad	1	12.41	12.41	0.23	0.658ns
Variedad * Bloque	4	218.17	54.54	4.32	0.009 *
Entre parcelas (variedad)	9	275.06	78.07		
Dosis	3	462.84	154.28	12.23	0.000 **
Variedad * Dosis	3	11.54	3.85	0.30	0.822ns
Error	24	302.80	12.62		
Dentro de parcelas	30	777.18	170.74		
Total	39	1052.25	248.82		

ns: no presenta diferencias *: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$). **: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.01$).

Cuadro 30. Análisis de varianza del volumen radicular.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	4.86	1.22	0.96	0.516ns
Variedad	1	0.85	0.85	0.67	0.458ns
Variedad * Bloque	4	5.07	1.27	2.49	0.070ns
Entre parcelas (variedad)	9	10.78	3.34		
Dosis	3	14.20	4.73	9.28	0.000 **
Variedad * Dosis	3	0.63	0.21	0.41	0.745ns
Error	24	12.24	0.51		
Dentro de parcelas	30	27.07	5.45		
Total	39	37.85	8.79		

ns: no presenta diferencias **: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.01$).

Cuadro 31. Análisis de varianza del peso fresco de la parte aérea.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	38.92	9.73	0.74	0.613ns
Variedad	1	0.01	0.01	0.00	0.980ns
Variedad * Bloque	4	52.86	13.21	2.13	0.109ns
Entre parcelas (variedad)	9	91.79	22.95		
Dosis	3	85.37	28.46	4.58	0.011 *
Variedad * Dosis	3	8.47	2.82	0.45	0.717ns
Error	24	149.11	6.21		
Dentro de parcelas	30	242.94	37.49		
Total	39	334.73	60.44		

ns: no presenta diferencias

*: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 32. Análisis de varianza del peso fresco en la parte radicular.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	6.29	1.57	1.41	0.373ns
Variedad	1	0.01	0.01	0.01	0.937ns
Variedad * Bloque	4	4.45	1.11	1.78	0.165ns
Entre parcelas (variedad)	9	10.75	2.69		
Dosis	3	15.19	5.06	8.11	0.001 *
Variedad * Dosis	3	0.37	0.12	0.20	0.898ns
Error	24	14.98	0.62		
Dentro de parcelas	30	30.54	5.81		
Total	39	41.29	8.50		

ns: no presenta diferencias

*: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 33. Análisis de varianza del peso seco en la parte aérea.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	2.11	0.53	0.67	0.648ns
Variedad	1	0.18	0.18	0.23	0.659ns
Variedad * Bloque	4	3.16	0.79	1.46	0.246ns
Entre parcelas (variedad)	9	5.44	1.49		
Dosis	3	9.52	3.17	5.86	0.004 *
Variedad * Dosis	3	0.96	0.32	0.59	0.629ns
Error	24	13.01	0.54		
Dentro de parcelas	30	23.48	4.03		
Total	39	28.92	5.53		

ns: no presenta diferencias

*: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 34. Análisis de varianza del peso seco en la parte radicular.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	0.22	0.05	0.44	0.775ns
Variedad	1	0.06	0.06	0.47	0.531ns
Variedad * Bloque	4	0.49	0.12	2.11	0.111ns
Entre parcelas (variedad)	9	0.77	0.24		
Dosis	3	1.91	0.64	10.89	0.000 **
Variedad * Dosis	3	0.06	0.02	0.35	0.788ns
Error	24	1.40	0.06		
Dentro de parcelas	30	3.37	0.72		
Total	39	4.14	0.95		

ns: no presenta diferencias

**: Presenta diferencias estadísticas ($p < 0.01$).

ANEXO 2. Presupuesto para la producción de plántones.

Cuadro 35. Presupuesto para el tratamiento testigo.

RUBROS	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo Total
PERSONAL OBRERO EVENTUAL				875.00
Elaboración de cama germinadora	Jornal	0.5	25.00	12.50
Implementación de camas de cría	Contrata	1	25.00	25.00
Preparación de sustrato	Jornal	1	25.00	25.00
Llenado de bolsas	Jornal	12.5	25.00	312.50
Repique	Jornal	2	25.00	50.00
Riego	Jornal	16	25.00	400.00
Deshierbo	Jornal	2	25.00	50.00
SUSTRATOS				240.00
Tierra de bosque	m ³	3	80.00	240.00
SUMINISTROS DE MATERIALES				360.75
Carretilla	Unidad	1	120.00	120.00
Bolsas de polietileno	Ciento	50	3.00	150.00
Regadora	Unidad	1	20.00	20.00
Bambú	Unidad	5	10.00	50.00
Alambre	Kilo	3	6.50	19.50
Clavos	Kilo	0.25	5.00	1.25
HERRAMIENTAS				24.00
Machete	Unidad	1	10.00	10.00
Martillo	Unidad	1	14.00	14.00
Palana	Unidad	1	25.00	25.00
SEMILLAS Y ALMÁCIGOS				30.00
Semillas de café	Kilo	1.5	20.00	30.00
Costo total producción (nuevos soles)				1529.75

Cuadro 36. Presupuesto para el tratamiento testigo (T₁).

RUBROS	Unidad	Cantidad	Costo unitario (s/.)	Costo total
PERSONAL OBRERO EVENTUAL				875.00
Elaboración de cama germinadora	Jornal	0.5	25.00	12.50
Implementación de camas de cría	Contrata	1	25.00	25.00
Preparación de sustrato	Jornal	1	25.00	25.00
Llenado de bolsas	Jornal	12.5	25.00	312.50
Repique	Jornal	2	25.00	50.00
Riego	Jornal	16	25.00	400.00
Deshierbo	Jornal	2	25.00	50.00
SUSTRATOS				966.00
Tierra de bosque	m ³	2.7	80.00	216.00
Abono compuesto 1 (150 g)	Kg	750	1.00	750.00
SUMINISTROS DE MATERIALES				360.75
Carretilla	Unidad	1	120.00	120.00
Bolsas de polietileno	Ciento	50	3.00	150.00
Regadora	Unidad	1	20.00	20.00
Bambú	Unidad	5	10.00	50.00
Alambre	Kilo	3	6.50	19.50
Clavos	Kilo	0.25	5.00	1.25
HERRAMIENTAS				24.00
Machete	Unidad	1	10.00	10.00
Martillo	Unidad	1	14.00	14.00
Palana	Unidad	1	25.00	25.00
SEMILLAS Y ALMÁCIGOS				30.00
Semillas de café	Kilo	1.5	20.00	30.00
Costo total con T₁ (nuevos soles)				2255.75

Cuadro 37. Presupuesto para el tratamiento dos (T₂).

Rubros	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total
PERSONAL OBRERO EVENTUAL				875.00
Elaboración de cama germinadora	Jornal	0.5	25.00	12.50
Implementación de camas de cría	Contrata	1	25.00	25.00
Preparación de sustrato	Jornal	1	25.00	25.00
Llenado de bolsas	Jornal	12.5	25.00	312.50
Repique	Jornal	2	25.00	50.00
Riego	Jornal	16	25.00	400.00
Deshierbo	Jornal	2	25.00	50.00
SUSTRATOS				1442.00
Tierra de bosque	m ³	2.4	80.00	192.00
Abono compuesto 2 (250 g)	Kg	1250	1.00	1250.00
SUMINISTROS DE MATERIALES				360.75
Carretilla	Unidad	1	120.00	120.00
Bolsas de polietileno	Ciento	50	3.00	150.00
Regadora	Unidad	1	20.00	20.00
Bambú	Unidad	5	10.00	50.00
Alambre	Kilo	3	6.50	19.50
Clavos	Kilo	0.25	5.00	1.25
HERRAMIENTAS				24.00
Machete	Unidad	1	10.00	10.00
Martillo	Unidad	1	14.00	14.00
Palana	Unidad	1	25.00	25.00
SEMILLAS Y ALMÁCIGOS				30.00
Semillas de café	Kilo	1.5	20.00	30.00
Costo total con T₂ (nuevos soles)				2731.75

Cuadro 38. Presupuesto para el tratamiento tres (T₃).

Rubros	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total
PERSONAL OBRERO EVENTUAL				875.00
Elaboración de cama germinadora	Jornal	0.5	25.00	12.50
Implementación de camas de cría	Contrata	1	25.00	25.00
Preparación de sustrato	Jornal	1	25.00	25.00
Llenado de bolsas	Jornal	12.5	25.00	312.50
Repique	Jornal	2	25.00	50.00
Riego	Jornal	16	25.00	400.00
Deshierbo	Jornal	2	25.00	50.00
SUSTRATOS				1918.00
Tierra de bosque	m ³	2.1	80.00	168.00
Abono compuesto 3 (350 g)	Saco	1750	1.00	1750.00
SUMINISTROS DE MATERIALES				360.75
Carretilla	Unidad	1	120.00	120.00
Bolsas de polietileno	Ciento	50	3.00	150.00
Regadora	Unidad	1	20.00	20.00
Bambú	Unidad	5	10.00	50.00
Alambre	Kilo	3	6.50	19.50
Clavos	Kilo	0.25	5.00	1.25
HERRAMIENTAS				24.00
Machete	Unidad	1	10.00	10.00
Martillo	Unidad	1	14.00	14.00
Palana	Unidad	1	25.00	25.00
SEMILLAS Y ALMÁCIGOS				30.00
Semillas de café	Kilo	1.5	20.00	30.00
Costo total con T₃ (nuevos soles)				3207.75

ANEXO 3. Panel fotográfico.

Figura 15. Acondicionamiento de las bolsas.



Figura 16. Evaluación del diámetro de tallo.



Figura 17. Evaluación de la altura total en café.



Figura 18. Presencia de deficiencia de hierro en planta de café.



Figura 19. Longitud aérea y radicular de plantas de café bajo dosis de abono compuesto.



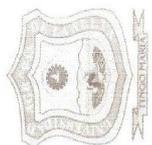
Figura 20. Análisis de sustrato en laboratorio de suelos de la FRNR.



Figura 21. Visita al germinador del presidente del jurado calificador de la investigación.



Figura 22. Visita del miembro de jurado calificador a la investigación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

PROPIETARIO: RIVAS TORRES ULISES
 CULTIVO

PROCEDENCIA:

Cod. Lab	ANÁLISIS MECÁNICO		pH	M.O.	N	P	K ₂ O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg				CICe	%		%				
	Arena %	Arcilla %							Limo %	Textura	Ca	Mg		K	Na		Al	H	Bas. Camb	Ac. Camb.
M2244	57.12	17.60	25.28	Franco Arenoso	7.00	2.51	0.11	14.52	212.10	20.50	16.37	3.97	0.13	0.03	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00

Fecha: Martes, 06 de Marzo de 2012

Recibo Nº : 289901

Muestreado por: El solicitante



Ing. M. Sc. Jhonatan Yipaguari
 JEFE DEL LABORATORIO

Figura 23. Análisis del suelo extraído del BRUNAS.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA



Tingo María
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
 Av. Universitaria s/n Telef. 562190 Anexo 283 Fax 561156 Aptdo. 156
 analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE ABONOS ORGÁNICOS

Solicitante: RIVAS TORRES ULISES

Nº de Muestra de Laboratorio	Base Seca		Porcentaje (%)	
	Ceniza (%)	Materia Orgánica (%)	Materia Seca	Humedad
M 2245	71.18	28.82	52.42	47.58

Muestra	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Na (%)	Ca (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
M 2245	0.25	0.22	0.43	0.31	0.09	1.46	12011.56	176.37	73.74	40.84

Tingo María 03 de febrero de 2012



Ing. Hugo Huamani Yupanqui
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos

Recibo Nº 289902

Figura 24. Análisis del abono compuesto.

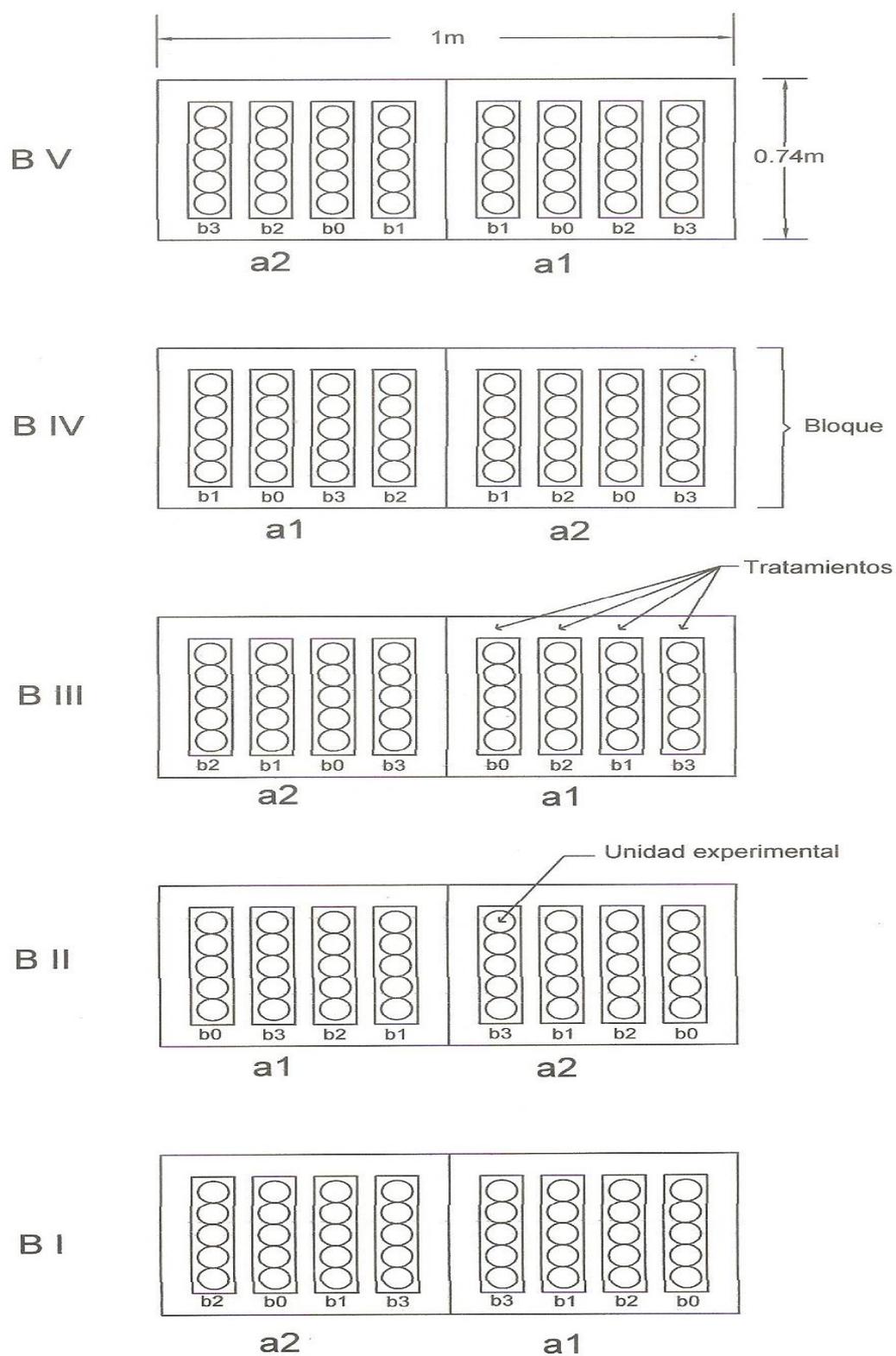


Figura 25. Croquis de distribución de la investigación.