

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**EFFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS COMPOST,  
GUANO DE ISLA Y GALLINAZA EN EL CRECIMIENTO DE  
PLANTONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)**

**EN TINGO MARÍA**

***TESIS***

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**VILLANUEVA HUAMANÍ LUIS ORLANDO**

**Tingo María – Perú**

**2018**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Carretera Central Km 1.21 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"Año del dialogo y la Reconciliación Nacional"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**N° 008-2018-FA-UNAS**

**BACHILLER** : **VILLANUEVA HUAMANÍ, Luis Orlando**

**TÍTULO** : "EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS COMPOST, GUANO DE ISLA Y GALLINAZA EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN TINGO MARÍA".

**JURADO CALIFICADOR**

**PRESIDENTE** : Dr. Hugo Alfredo Huamani Yupanqui  
**VOCAL** : Ing. M.Sc. Jorge Adiazola del Águila  
**VOCAL** : Ing. M.Sc. José Lévano Crisóstomo

**ASESOR** : Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano

**FECHA DE SUSTENTACIÓN** : 28 de noviembre de 2017

**HORA DE SUSTENTACIÓN** : 05: 00 p.m.

**LUGAR DE SUSTENTACIÓN** : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

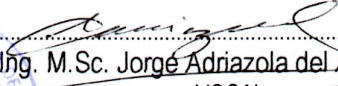
**CALIFICATIVO** : BUENO

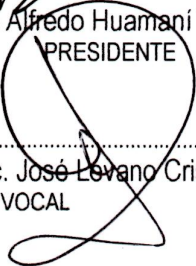
**RESULTADO** : APROBADO

**OBSERVACIONES A LA TESIS** : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 20 DE ABRIL DE 2018.

  
.....  
Dr. Hugo Alfredo Huamani Yupanqui  
PRESIDENTE

  
.....  
Ing. M.Sc. Jorge Adiazola del Águila  
VOCAL

  
.....  
Ing. M.Sc. José Lévano Crisóstomo  
VOCAL

  
.....  
Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano  
ASESOR



## **DEDICATORIA**

Con eterna gratitud

A Dios, divino creador de todo lo que existe, quien me dio la vida y me dotó de inteligencia para alcanzar uno de mis mejores anhelos, a la Bella durmiente que me acogió en sus entrañas y me protege siempre.

A mis queridos padres, don Felipe Villanueva Chuco y doña Isabel Huamaní Peceros en prueba de mi gratitud por sus abnegados sacrificios, que hicieron realidad mi formación profesional.

A mis hermanos Juan, Hilder, Hector, Edinson y Cristian por el apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
- A Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano asesor de la presente tesis, por su apoyo en el proyecto, ejecución y culminación.
- A los miembros del jurado de tesis: Ing. M. Sc. Hugo Alfredo Huamaní Yupanqui, Ing. M. Sc. Jorge Adriazola del Águila, Ing. M Sc. José Dolores Lévano Crisóstomo.
- A los docentes Ing. M. Sc. Fernando Segundo Gonzales Huiman, Ing. Carlos Miguel Miranda Armas. Ing. M. Sc. Miguel Eduardo Anteparra Paredes, Ing. Luis Fernando García Carrión, Ing. Jorge Cerón Chávez. Ing. Oscar Esmael Cabezas Huayllas. Blgo M. Sc. José Luis Gil Bacilio, Ing. Luz Elita Balcázar Terrones. Ing. Luis Eduardo Lechuga Pardo, Ing M. Sc. Fausto Silva Cárdenas e Ing. Jaime Joseph Chávez Matías, por las enseñanzas brindadas para mi buena formación profesional,
- A los amigos de siempre: Idalia Reátegui, Lucio Requejo, Elvis Ottos, Walter Palomino, Josué Alania, Cristian Carrasco, Romel Ubillus, Keys Valdez, Nelson Witting, Luis Alberto Torres, Fernando Voter, Enrique Del Águila, Enoc Abarca, José Baylón, Rodney Aguirre y Romel Cusi.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	13
2.1. Generalidades sobre el cacao.....	13
2.2. Producción de plántones de cacao .....	14
2.2.1. Instalación del Vivero .....	14
2.2.2. Manejo vivero .....	17
2.3. Abonos orgánicos.....	19
2.3.1. Ventajas de los abonos orgánicos.....	20
2.3.2. Propiedades de los abonos orgánicos.....	20
2.4. Abonos orgánicos en estudio .....	23
2.4.1. Guano de isla .....	23
2.4.2. Gallinaza.....	27
2.4.3. Abono orgánico Compost .....	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	32
3.1. Campo experimental .....	32
3.2. Componentes en estudio .....	34
3.3. Tratamientos en estudio.....	34
3.4. Diseño experimental.....	35

3.5. Ejecución del experimento .....	36
3.5.1. Obtención y siembra de las semillas .....	36
3.5.2. Ubicación de las bolsas .....	37
3.5.3. Riegos .....	37
3.5.4. Manejo del vivero .....	37
3.6. Variables a evaluar.....	38
3.7.1. Variables independientes .....	38
3.7.2. Variables dependientes .....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	42
4.1. Altura del plantón del cacao .....	42
4.2. Del diámetro de tallo del plantón de cacao .....	49
4.3. Del número de hojas del plantón de cacao .....	56
4.4. Del área foliar del plantón de cacao .....	63
4.5. De la longitud radicular del plantón de cacao.....	65
4.6. Del volumen radicular del plantón de cacao a los 120 días después del trasplante. ....	68
4.7. Del análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.....	70
V. CONCLUSIONES .....	73
VI. RECOMENDACIONES.....	74

VII. RESUMEN.....	75
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	76
IX. ANEXO .....	82

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
1. Concentración de nutrientes en el guano de islas. ....	27
2. Gallinaza de postura y contenido de nutrientes. ....	29
3. Contenido de macro y micronutrientes del "Compost".....	31
4. Propiedades físicas y químicas del abono Compost. ....	31
5. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento correspondiente, Marzo - Agosto de 2015. ....	33
6. Descripción de los tratamientos en estudio. ....	35
7. Esquema del análisis de variancia.....	36
8. Análisis químico de los abonos orgánicos: Compost, Guano de isla y Gallinaza comparado con el testigo al inicio del trabajo. ....	41
9. Resumen del análisis de variancia de la altura del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante.....	42
10. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para la altura del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante. ....	43
11. Resumen del análisis de variancia del diámetro del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante.....	49
12. Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el diámetro del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante.....	50
13. Resumen del análisis de variancia del número de hojas del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante. ....	56

14. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el número de hojas del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante.....	57
15. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio. ....	72
16. Análisis físico - químico del suelo experimental al final del experimento.....	83
17. Promedio de los parámetros de todas las evaluaciones realizadas durante el experimento. ....	84
18. Cantidad en peso de abono orgánico y tierra agrícola para el embolsado de 28 bolsas por tratamiento.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Correlación entre la proporción abono/tierra con la altura del plantón de cacao a los 30 días después del trasplante. ....	43
2. Correlación entre la proporción abono/tierra con la altura del plantón de cacao a los 60 días después del trasplante. ....	44
3. Correlación entre las proporciones de abono/tierra con la altura del plantón de cacao a los 90 días después del trasplante. ....	44
4. Correlación entre las proporciones de abono/tierra con la altura del plantón de cacao a los 120 días después del trasplante. ....	45
5. Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el diámetro del plantón de cacao a los 30 días después del trasplante. ....	50
6. Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el diámetro del plantón de cacao a los 60 días días después del trasplante. ....	51
7. Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el diámetro del plantón de cacao a los 90 días después del trasplante. ....	51
8. Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el diámetro del plantón de cacao a los 120 días. ....	52
9. Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el número de hojas del plantón de cacao a los 30 días después del trasplante. ....	57
10. Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el número de hojas del plantón de cacao a los 60 días después del trasplante. ....	58

11. Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el número de hojas del plantón de cacao a los 90 días después del trasplante. ....	58
12. Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el número de hojas del plantón de cacao a los 120 días después del trasplante. ....	59
13. Correlación entre la proporción de abono/tierra con el área foliar del plantón del cacao.....	63
14. Correlación entre las proporciones de abono/tierra en la longitud de la raíz del plantón del cacao.....	66
15. Correlación entre las proporciones de abono/tierra en el volumen radicular del plantón de cacao.....	68
16. Visita del Ing. Agr. José Lévano al lugar del experimento. ....	86
17. Altura de plantones a 120 dds por efecto de abono compost.....	86
18. Evaluación de volumen radicular del plantón de cacao.....	87
19. Evaluación radicular de los plantones y peso seco de las hojas. ....	87

## I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una de las plantas que no soportan trasplante a raíz desnuda, lo que obliga a conducir las plantaciones en recipientes que contengan un sustrato fértil. Se observa frecuentemente que el crecimiento de los plántones de cacao en el vivero es muy difícil, los que presentan escasa biomasa, debido a que no se trabaja técnicamente con la fertilización.

La fertilización del sustrato a utilizar en el vivero con fuentes de materia orgánica es muy importante, cuando se propagan las plantas, el productor tiene muchas ventajas porque le permite manejar muy bien el sustrato teniendo en cuenta que nos asegura un buen aporte físico, químico y biológico. La necesidad es de disminuir la dependencia de los productos químicos artificiales, en los viveros de cacao, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles a la agricultura ecológica, de modo tal se crea un sistema orientado en fomentar, y mejorar la salud del agroecosistema, dando importancia a este tipo de abonos orgánicos. Se estima que, en la actualidad, los productores no tienen establecido un plan de abonamiento que les permita aplicar el abono adecuado, provocando obtención de plantas de buena calidad, teniendo en cuenta que los abonos orgánicos tales como, compost, guano de isla y gallinaza tienen un alto contenido de nutrientes que necesitan las plantas para presentar buenas características que garanticen la obtención de plantas tolerantes a las adversas condiciones de campo definitivo. A partir de la aplicación de los abonos orgánicos,

sin embargo desconocemos las proporciones abono/tierra, por lo que se plantea los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

1. Evaluar el efecto de los abonos orgánicos Compost, Guano de Isla y Gallinaza en el crecimiento de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la fase de vivero.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar la mejor fuente orgánica en el incremento de las características biométricas de los plantones de cacao en fase de vivero.
2. Determinar la mejor proporción abono/tierra.
3. Determinar la relación beneficio costo o análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades sobre el cacao

SÁNCHEZ (2006), afirma que el cacao es una especie umbrófila, que requiere de la protección de otras plantas que le proporcionen sombra en su normal desarrollo; además, crece en altitudes desde el nivel del mar hasta más de 1400 msnm.

ADRIAZOLA (2007), manifiesta que el cacao, es una planta leñosa, alógama que difícilmente soporta el trasplante a raíz desnuda, y necesita temperaturas que fluctúen entre 20 y 24 °C.

PAREDES (2003), comenta que las plantas de cacao se desarrollan eficientemente cuando el pH se encuentra en el rango de 5,5 a 6,5.

BENITO (1992), sostiene que el cacao puede desarrollarse en suelos ácidos (pH igual a 5.0), ligeramente ácidos (pH igual a 6.5) o neutros (pH igual a 7,0); además los suelos deben tener un contenido de materia orgánica no menor a 3 %.

MINAG (2000), manifiesta que el cacao tiene un sistema radicular bastante desarrollado, con una raíz pivotante que puede alcanzar hasta 1.5 m o más; los suelos más apropiados y más adecuados para el cultivo de cacao, son los suelos aluviales y francos.

## **2.2. Producción de plántones de cacao**

GÓMEZ *et al.* (2014), afirman que el proceso de producción de plántones de cacao tiene una duración de 2.5 a 3 meses contados a partir desde la siembra hasta que la planta se lleve a campo definitivo.

MENDOZA (2013), sostiene que el vivero viene a ser un lugar donde se puede producir plántones de buena calidad; utilizando semillas seleccionadas, con un trabajo cuidadoso y selectivo; básicamente para obtener un producto de calidad, en cantidades suficientes y momento oportuno. Para producir plántones de alta calidad, es importante planificar todas las actividades.

### **2.2.1. Instalación del vivero**

#### **a. Ubicación del vivero**

GÓMEZ *et al.* (2014), afirman que el vivero debe de estar cerca de una fuente de agua y del campo definitivo, además debe ser plano y de fácil acceso preferentemente.

#### **b. Tinglado**

GÓMEZ *et al.* (2014), sostienen que para hacer el tinglado se debe considerar las siguientes indicaciones:

- Tener altura de dos metros para tener buena circulación de aire y fácil manejo.

- 50 a 60 % de sombra para el buen crecimiento, desarrollo de las plántulas y poder controlar la radiación solar. Se recomienda utilizar hoja de shapaja, aguaje o malla sombra.

- La ubicación debe estar orientada de este a oeste para evitar la fuerte insolación durante la mañana y tarde.

- Las dimensiones del vivero deben ser de 3 m x 12 m para acomodar 1400 bolsas.

- Sí hay mucho calor y mucha presencia de animales menores se debe cubrir los cuatro costados del vivero para tener una buena germinación de la semilla de cacao.

- Las coberturas de hojas secas en el tinglado, se deben retirar paulatinamente a partir del primer mes para ir acondicionando a los plantones a la presencia de los rayos solares que van a incidir en el desarrollo y grosor de los plantones.

### **c. Sustrato**

MENDOZA (2013), menciona que para un buen sustrato se debe considerar las siguientes recomendaciones:

- Emplear directamente tierra negra suelta (capa oscura del suelo, rica en materia orgánica), o una mezcla homogénea de tierra con materia orgánica y/o arena.

- Todo el sustrato que se utilice debe ser desinfectado con agua caliente y aplicar cal, ceniza u otro para eliminar y prevenir la presencia de cualquier agente patógeno que puede ser perjudicial para las plantas.

- El sustrato debe estar limpio; libre de raíces, palos, terrones, hojarasca, etc., que obstaculicen y dañen la formación y el desarrollo de raíces de las plántulas.

#### **d. Llenado y acomodo de bolsas**

GOMEZ *et al.* (2014), recomiendan que el llenado de la bolsa con el sustrato debe ser de manera uniforme, ubicándolas en camas de norte a sur y en filas mellizas; el ancho de las camas es de 1.2 m con calles de 0.6 m y las bolsas se separan entre filas de 10 cm; se utilizarán bolsas plásticas de 7' x 13.5' x 0.2 mm con pliegue en la base. El acomodo correcto de las bolsas permite mejor actividad fotosintética, con mejor aireación y menos presencia de plagas y enfermedades.

#### **e. Semilla**

GÓMEZ *et al.* (2014), indican que es recomendable usar semillas de las variedades regionales (híbridos y criollos) y los clones IMC 67, provenientes de parcelas controladas de plagas y enfermedades; deben tener uniformidad en las mazorcas y semillas; antes de la pregerminación, las semillas se lavan con aserrín, arena o cal para acelerar la germinación, seleccionar las semillas y la mazorca, descartando las almendras de los extremos.

**f. Germinador**

MENDOZA (2013), sustenta que la capacidad germinativa de las semillas se pierde rápidamente a partir del quinto día de extraído el fruto, debido al alto contenido de grasa que tiene la semilla; el cual afecta al embrión.

GOMEZ *et al.* (2014), mencionan que antes de poner las semillas en las bolsas, hacer pre germinar; esto se realiza ubicando la semilla en un sustrato preparado a base de aserrín, tierra suelta o arena de río.

**g. Siembra**

GOMEZ *et al.* (2014), mencionan que a partir del segundo día de iniciado el pre germinado se aprecia en las semillas la radícula (punto blanco en la base de la semilla), momento en el cual se debe realizar la siembra en las bolsas; la profundidad a sembrarse de la semilla no debe exceder de 1.0 cm; las semillas pregerminadas se deben de sembrar en forma vertical con la radícula hacia abajo, haciendo un previo agujero y cubriendo con tierra el extremo superior de la semilla, para asegurar una germinación y desarrollo uniforme de las semillas en vivero; la labor de pregerminación se debe realizar 2 a 3 días antes de la siembra.

**2.2.2. Manejo vivero**

GÓMEZ *et al.* (2014), afirman lo siguiente:

- A partir de los 21 días hasta los 2.5 meses y con una frecuencia de cada 15 a 21 días, se debe aplicar abono foliar. Los purines

enriquecidos con microelementos funcionan muy bien a dosis de 50 ml por litro de agua.

- A partir de un mes de edad y cada 15 días, para controlar las plagas y enfermedades se debe aplicar el biol enriquecido con microelementos, sobre todo óxido de zinc y cobre, más microorganismos eficientes o bacterias benéficas; a dosis de 75 ml por litro de agua para los hongos que afectan las hojas como *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp., entre otros.

- Las malezas que se desarrollen en las bolsas de los plantones, se eliminarán manualmente cada 15 días; la frecuencia del riego se realizará de acuerdo a las condiciones de precipitación del lugar, normalmente cada 2 a 3 días.

- Se debe regular la sombra, el primer mes de desarrollo es muy necesario ir regulando la sombra del tinglado retirando las hojas de palmera de los costados del mismo y, las palmeras del techo deben ir raleándose dejando 50 % de luz solar.

- Los plantones deben quedar totalmente libres de sombra 15 días antes de llevar a campo definitivo.

- En la selección de plantones, se debe separar adecuadamente las plantas grandes, medianas y pequeñas; y eliminar las plantas menos vigorosas, amarillentas, deformadas y enfermas; para ello la selección debe realizarse al segundo mes de iniciado la siembra.

MENDOZA (2013), menciona las siguientes recomendaciones para el manejo de vivero:

- La fertilización se debe aplicar tanto al suelo (sustrato) como a las hojas. Se recomienda aplicar al sustrato 2 g de compuestos granulados de nitrógeno, fósforo y potasio - NPK (por ejemplo, en concentraciones de 12-12-17, más micro elementos).

- Se realiza cuando los plantones tienen dos meses de edad, repitiéndose cuando los plantones tengan cuatro meses, para que al momento del injerto el prendimiento sea alto. Además, se deben realizar aplicaciones foliares, ricas en nitrógeno, medio en fósforo y menor en potasio - NPK (en concentraciones de 11- 8 - 6, más micro elementos).

### **2.3. Abonos orgánicos**

MELÉNDEZ (2003), menciona que los abonos orgánicos pueden categorizarse por la fuente principal de nutrientes, que puede ser un organismo que se inocula sobre un acarreador orgánico, tal es el caso de los biofertilizantes, donde el aporte de nutrientes es el resultado directo de la actividad de la bacteria o el hongo, ejemplos típicos de estos son *Rhizobium*, micorrizas, *Azotobacter*, *Bacillus*, etc.

MENGEL y KIRKBY (1987), indican que el contenido de nutrientes de los abonos orgánicos es variable, dependiendo en gran medida de su fuente y contenido de humedad; la mayor parte de N de los abonos se presenta en forma de compuestos orgánicos; en 1999, el Centro Internacional de Agricultura Orgánica, menciona, los abonos orgánicos facilitan la diversidad de

microorganismos y generan un suelo en equilibrio; que favorecen la nutrición adecuada de las plantas, las cuales son menos susceptibles a plagas y enfermedades y así, se elimina la utilización de plaguicidas sintéticos, se obtiene una reducción en los costos de producción y se evita la eliminación de organismos y animales benéficos en el desarrollo de las plantas, contaminación del ambiente (suelo, agua, aire y alimentos) y por consiguiente muchos riesgos para la salud del hombre.

### **2.3.1. Ventajas de los abonos orgánicos**

BRAÑES *et al.* (2005), afirman que los abonos orgánicos incorporan los nutrientes y materia orgánica al suelo, mantienen los nutrientes permanentes en el suelo, costo económico accesible para el productor y de fácil aplicación sin riesgo de perjudicar al cultivo; sin embargo una descomposición lenta y gradual del abono orgánico; de menor uso de cantidad de agua (riegos menos frecuentes 14 a 21 días), que llega a garantizar la producción y rendimiento del cultivo, que nos llega a servir como cobertura del suelo aumentando la fertilidad y cantidad de microorganismos del suelo, con productos de tamaño uniforme (medianas); indirectamente hay menos plagas, enfermedades, menos fumigaciones y menos trabajo.

### **2.3.2. Propiedades de los abonos orgánicos**

SAGARPA (2000), menciona que los abonos orgánicos por sus características en su composición, son formadores del humus y enriquecen al

suelo con este componente, modificando algunas de las propiedades y características del suelo como su reacción (pH), con las cargas variables, capacidad de intercambio iónico (CIV), quelatación de elementos, disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y potasio, y la población microbiana, haciéndola más propicio para el excelente desarrollo y rendimiento de los cultivos; también los abonos orgánicos pueden abatir la acidez intercambiable ( $Al_3^+$  e  $H^+$ ) y Al y Fe extractables en los suelos ácidos que influyen en la retención de los fosfatos y otros aniones, disminuyendo la disponibilidad de ellos; los efectos favorables que los abonos orgánicos llegan a proporcionar al suelo, son imprescindibles en el uso y manejo para mejorar y mantener sus características a entidad viviente, su fertilidad física, química y biológica y su productividad.

#### **a. Propiedades químicas**

MOSQUERA (2010), sustenta que los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo y reducen las oscilaciones de pH de éste, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, aumentando su fertilidad.

SAGARPA (2000), afirma que la composición química de los abonos orgánicos variará según al origen de éstos; las plantas, los residuos de la cosecha y los estiércoles, etc., difieren en cuanto a los elementos que contienen.

SUQUILANDA (1996), manifiesta que los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo y, en consecuencia reducen las oscilaciones

de pH de éste, aumentan también la capacidad del intercambio catiónico del suelo, aumentando la fertilidad, mejorando el pH del suelo y estarán disponibles en mayor o menor medida los iones de unos u otros minerales, así por ejemplo, con un pH bajo están poco disponibles los iones de calcio, azufre y potasio, mientras que a pH alto son poco asimilables los iones de fósforo, hierro, etc., por estos motivos el pH de un sustrato debe estar alrededor de 6.5, ya que este es el punto de máxima disponibilidad de nutrientes.

#### **b. Propiedades físicas**

MOSQUERA (2010), menciona que el abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, por lo tanto el suelo adquiere más temperatura, que permite absorber con mayor facilidad los nutrientes; también mejora la estructura y textura del suelo haciendo más ligero a suelos arcillosos y más compactos a los arenosos; también les permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que eso influye en el drenaje y aireación de éste cuando llueve y, contribuye a reducir el uso de agua para riego por la mayor absorción del terreno; además, disminuye la erosión.

SAGARPA (2000), afirma que el aumento de porosidad aumenta la capacidad del suelo para retener el agua incrementando, también la velocidad de la infiltración de esa misma agua en el suelo; una investigación reportó que con una sola aplicación de 66 t/ha de estiércol al suelo, la velocidad de la infiltración pasó de 8 a 9.6 cm/hora.

### **c. Propiedades biológicas**

MOSQUERA (2010), sustenta que los abonos orgánicos favorecen la aireación y la oxigenación del suelo; las mayores actividades radiculares de los microorganismos aerobios también producen sustancias inhibitoras y activadoras del crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de los microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo.

SAGARPA (2000), afirma que los estiércoles que contienen grandes cantidades de compuestos de fácil descomposición generan incremento de la actividad biológica; los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas; el resultado del incremento de la actividad biológica repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo por efecto de la agregación de productos de la descomposición que ejercen sobre las partículas del suelo; las condiciones de fertilidad aumentan lo cual hace que el suelo tenga la capacidad de sostener un cultivo rentable; se logra tener un medio biológicamente activo, donde existe una correlación positiva entre el número de microorganismos y el contenido de materia orgánica en el suelo.

## **2.4. Abonos orgánicos en estudio**

### **2.4.1. Guano de isla**

MINAG (2016), afirma que el guano de las islas se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan las islas y

puntas de nuestro litoral; entre las aves más representativas tenemos al guanay (*Phalacrocorax bouganivilli* Lesson), piquero (*Sula variegata* Tshudi) y pelícano (*Pelecanus erythrorhynchos*). Por la ubicación geográfica al litoral peruano le corresponde un clima subtropical húmedo, bajo estas condiciones los nutrientes presentes en el guano de las islas sería lavado, pero debido al ingreso de agua fría proveniente de la corriente de Humboldt por el sur, se modifica el clima, presentando temperaturas moderadas y de escasa precipitación; bajo éstas condiciones las deyecciones de las aves marinas se van acumulando y mediante la actividad microbiana se producen diversas reacciones bioquímicas de oxidación, transformando sustancias complejas en más simples.

ALVARADO (1980), indica que el color del guano en las mismas islas, islotes y puntas del litoral, es muy variado y abarca toda una gama del color naranja en múltiples tonalidades, y su olor es amoniacal bastante pronunciado para el olfato.

ZAPATER (1990), menciona que las cualidades guano de isla, sobre todo el color, se pierden debido a su procesamiento y mezclado con los guanos pobres para obtener un guano de mayor ley o de mayor concentración de NPK; el abono guano de islas además de poseer los elementos menores y mayores lleva un amplio número diferente de bacterias nitrificadoras, bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, también bacterias antagonistas de patógenos del suelo, y hongos benéficos que ayudan a la planta en la nutrición vegetal en forma total; el guano de las islas no malogra los suelos, como suelen afirmar los

vendedores de fertilizantes químicos, al contrario, es un mejorador ideal de los suelos, mejora las tierras salitrosas y una sola aplicación sirve para dos cosechas.

**a. Propiedades del guano de las islas**

MINAG (2016), menciona las siguientes propiedades del guano de las islas:

- Es un fertilizante de origen natural y completo: Contiene todos los nutrientes que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.

- Es un producto ecológico: Por lo tanto, no contamina el ambiente.

- Es biodegradable: El guano de las Islas completa su proceso de mineralización en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.

- Mejora las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo: Por ejemplo, en suelos sueltos se forman agregados y en los suelos compactos se llega a lograr la soltura; por lo tanto, se incrementa la capacidad de intercambio catiónico; también favorece la absorción y retención del agua; aporta flora microbiana y materia orgánica con el fin de mejorar la actividad microbiológica del suelo.

- Es soluble en agua y de fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).

- Tiene propiedades de sinergismo: En experimentos realizados en cultivos de papa, en cinco lugares del Perú, considerando un testigo

sin tratamiento, se aplicó el guano de las islas, estiércol y una mezcla de ambos; en los cinco lugares experimentados, la producción se incrementó significativamente con el tratamiento guano de las Islas más estiércol.

#### **b. Disponibilidad de nutrientes**

MINAG (2016), sustenta que el nitrógeno total en el guano de las islas, en promedio el 35 % se encuentra en forma disponible (33 % es amoniacal y 2 % en forma nítrica) y el 65 % se encuentra en forma orgánica. Del fósforo total el 56 % es soluble en agua (disponible) y el 44 % se encuentra en forma orgánica. Cuando se aplica el guano de las islas, en promedio el 35 % de nitrógeno y 56 % de fósforo están disponibles para la absorción inmediata por las plantas; además la forma orgánica continúa la mineralización, aportando nutrientes durante el desarrollo del cultivo, el guano de las islas además de suministrar los nutrientes indicados llega a realizar aporte de microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo e incrementan la actividad microbiana notablemente, lo que confiere al suelo la propiedad de “organismo viviente”; es decir, entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes del grupo *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*; pero la primera transforma el amonio a nitrito y *Nitrobacter* oxida el nitrito a nitrato, que es la forma cómo las plantas toman mayormente el nitrógeno del suelo ( $\text{NO}_3^-$ ).

#### **c. Contenido de nutrientes**

MINAG (2016), indica que el guano de las islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y

producción del cultivo; contiene macro-nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio en cantidades de 10 a 14, 10 a 12, 2 a 3 % respectivamente. Elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre, con un contenido promedio de 8.0, 0.5 y 1.5 % respectivamente; también contiene microelementos como el hierro, zinc, cobre, manganeso, boro y molibdeno en cantidades de 20 a 320 ppm.

**Cuadro 1.** Concentración de nutrientes en el guano de islas.

Elemento	Fórmula/símbolo	Concentración (%)
Nitrógeno	N	10 - 14
Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11-12
Potasio	K <sub>2</sub> O	2 - 3
Calcio	CaO	8.00
Magnesio	MgO	0.50
Azufre	S	1.50
Hierro	Fe	0.03
Zinc	Zn	0.00
Cobre	Cu	0.02
Manganeso	Mn	0.02
Boro	B	0.02

Fuente: MINAG (2016).

#### 2.4.2. Gallinaza

CANTARERO y MARTÍNEZ (2002), mencionan que la gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad; se compone de las deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es cascarilla de arroz mezclada con cal, en pequeñas proporciones, la cual se coloca en el piso.

Yagodin *et al.* (1986), citado por CANTARERO y MARTÍNEZ (2002), afirman que la gallinaza es un abono orgánico relativamente concentrado y

de rápida acción, al igual que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mayor cantidad.

Arzola *et al.* (1981), citado por CANTARERO y MARTÍNEZ (2002), indican que la gallinaza pertenece a la categoría de los estiércoles que presenta características especiales debido a que las aves defecan por una cloaca, sus deyecciones líquidas y sólidas no se producen por separado, por lo que la recogida de éstas presenta menos dificultades que con otros estiércoles.

Restrepo (1998), citado por CANTARERO y MARTÍNEZ (2002), menciona que el principal aporte consiste en mejorar las características de fertilidad del suelo, con algunos nutrientes principales como: fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro; pero el de mayor concentración presenta el nitrógeno; así mismo la cascarilla de arroz mejora las características físicas del suelo y los abonos orgánicos facilitan la aireación, absorción de humedad y filtraje de nutrientes; además beneficia el incremento de actividad macro y microbiológica de tierra, al mismo tiempo estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas; también es una fuente rica en silicio, lo que proporciona mayor resistencia contra insectos y microorganismos; es decir se convierte en una fuente constante de humus.

FAO (1986), citado por CANTARERO y MARTÍNEZ (2002), sostienen que la gallinaza por su alto contenido de nitrógeno, es importante ajustar el empleo de fertilizante nitrogenado para evitar su exceso.

### a. Valor de la gallinaza

ESTRADA (2005), afirma que si se va a utilizar la gallinaza como alimento para el ganado, como fertilizante u otro uso, debe tenerse presente que la composición de la misma cambia de acuerdo al momento de recolección y al tipo de almacenamiento, tal como se ve en el Cuadro 2. La gallinaza seca posee una mayor concentración de nutrientes, este valor depende del tiempo y rapidez del secado, así como de la composición de N, P ( $P_2O_5$ ), K ( $K_2O$ ). Tiene especial relevancia en el caso del nitrógeno y fósforo, ya que aparte de su valor como abono, en muchas ocasiones con una excesiva densidad animal en el área, estos elementos se le consideran contaminantes del suelo.

**Cuadro 2.** Gallinaza de postura y contenido de nutrientes.

Estado	Porcentaje (%)			
	Humedad	Nitrógeno	Ácido fosfórico	Potasio
Fresca	<70 - 80>	<1.1 - 1.6>	<0.9 - 1.4>	<0.4 - 0.6>
Acumulada unos meses	<12 - 25>	<1.4 - 2.1>	<1.1 - 1.7>	<0.7 - 1.0>
Desecada industrialmente	<7 - 15>	<3.6 - 5.5>	<3.1 - 4.5>	<1.5 - 2.4>

**Fuente:** Castelló y Col (1989), citados por ESTRADA (2005).

Simpson (1991), citado por ESTRADA (2005), sustenta que la utilidad de la gallinaza, en cualquiera de sus formas, proviene de su aporte de materia orgánica al suelo, con lo cual aumenta su capacidad de retención de agua, así como por ser fuente muy rica en elementos nutritivos para las plantas; el uso de la gallinaza como abono es la opción más ventajosa para su empleo, tanto porque

constituye una forma de reciclaje natural como por su bajo costo; pero el uso de gallinazas frescas, puede producir efectos adversos al suelo y las plantas, por ello se recomienda el procesamiento de ésta.

### **2.4.3. Abono orgánico compost**

SAN FERNANDO (2016), afirma que compost es un abono orgánico mejorador de suelos creado por San Fernando; además es un abono orgánico de alta calidad, 100 % natural y libre de impurezas que reduce el consumo de agua y aporta microorganismos benéficos al suelo. Compost resalta por su riqueza en nutrición y en su efecto físico porque incrementa la materia orgánica del suelo, lo que se convierte en un producto indispensable para la fertilidad.

#### **a. Propiedades**

SAN FERNANDO (2016), menciona las siguientes características para el compost:

- Alta capacidad de retención de agua.
- Es un producto estandarizado, procesado y libre de impurezas.
- No contiene organismos patógenos.
- Mejora la absorción de fertilizantes y de los nutrientes del suelo.
- Contiene organismos benéficos que mejoran la fertilidad.

**Cuadro 3.** Contenido de macro y micronutrientes del “Compost”.

<b>Elementos minerales</b>			
<b>Macronutrientes</b>	<b>(%)</b>	<b>Micronutrientes</b>	<b>(ppm)</b>
Nitrógeno (N)	<1.0 - 2.0>	Manganeso (Mn)	<500 - 800>
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	<2.2 - 3.0>	Boro (B)	<40 - 60>
Potasio (K <sub>2</sub> O)	<2.5 - 3.0>	Zinc (Zn)	<400 - 500>
Calcio (CaO)	<2.4 - 3.5>	Cobre (Cu)	<70 - 100>
Magnesio (MgO)	<1.0 - 1.7>	Hierro (Fe)	<2000 - 2500>
Azufre (S)	<0.3 - 0.5>		

**Fuente:** SAN FERNANDO (2016).

SAN FERNANDO (2016), dice que para todo tipo de cultivos las cantidades dependan del cultivo y el tipo del terreno en uso; además su calidad permite el uso en agricultura convencional y orgánica

**Cuadro 4.** Propiedades físicas y químicas del abono compost.

<b>Propiedades físicas</b>		<b>Propiedades químicas</b>	
Aspecto:	Textura de polvo fino	Humedad:	40 a 25 %
Color:	Café oscuro	Materia orgánica:	41 a 45 %
Olor:	Característico	pH:	7.0 a 8.0
		C.E. (Ds/m):	17 a 22
		Retención de humedad	100 %

**Fuente:** SAN FERNANDO (2016).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Campo experimental**

##### **3.1.1. Ubicación**

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en el vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco; cuyas coordenadas geográficas en UTM, con equipo GPS navegador Garmin 12XL, son las siguientes.

390640	M. E.
8969896	M. N.
Altitud	660 msnm.

##### **3.1.2. Historia del campo experimental**

El lugar de ejecución donde se llevó a cabo el experimento tiene una antigüedad de 6 años aproximadamente, produciendo plantones agrícolas y forestales, de forma alternada.

##### **3.1.3. Registros meteorológicos**

En el Cuadro 5, se presentan los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Experimental "José Abelardo Quiñones" de Tingo María, correspondiente a los meses de Marzo a Agosto 2015. Las características climáticas del campo experimental, corresponden a un clima de bosque muy húmedo sub-tropical, con una temperatura media 24.7 °C, mientras que la

precipitación promedio fue 238.10 mm/mes, asimismo la humedad relativa mostró cambios debido a las variaciones pluviales, de igual manera las horas sol en el mes de agosto presentó mayor incremento con un promedio de 207.70, lo que influye positivamente o negativamente en el crecimiento de los plantones de cacao. En el Cuadro 5, se presentan los datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento.

**Cuadro 5.** Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento, correspondiente a Marzo - Agosto de 2015.

Meses	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	HR (%)	Insolación (Horas sol)
	Max.	Med.	Min.			
Marzo	28.60	22.50	18.60	102.50	85	187.60
Abril	29.50	24.30	19.20	103.40	86	191.50
Mayo	30.10	24.90	19.80	248.80	84	181.80
Junio	31.20	25.60	20.10	191.00	82	207.70
Julio	30.40	25.50	20.70	496.30	86	159.30
Agosto	29.80	25.30	20.90	286.50	85	146.80
Total	179.60	148.10	119.30	1428.50	508	1074.70
Promedio	29.90	24.70	19.90	238.10	84.70	179.10

**Fuente:** Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), Estación Meteorológica: José Abelardo Quiñonez.

### 3.1.3. Análisis físico - químico del suelo

Se sacó una muestra representativa del suelo previo a la aplicación de los tratamientos, la misma que se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectiva determinación de

nutrientes (Anexo, Cuadro 24), se presenta los resultados del análisis físico - químico del suelo y se observa las siguientes características: textura franco arenoso, pH ácido, nivel medio de materia orgánica, niveles bajo – medio de nitrógeno fósforo y potasio disponible y nivel bajo de capacidad de intercambio catiónico, características que determinan que el suelo presenta fertilidad media - baja.

### **3.2. Componentes en estudio**

#### **3.2.1. Abonos orgánicos**

a<sub>1</sub> = Compost.

a<sub>2</sub> = Guano de isla.

a<sub>3</sub> = Gallinaza

#### **3.2.2. Proporción abono/tierra**

b<sub>1</sub> = 50 % abono (0.5 kg) + 50 % de tierra (0.5 kg).

b<sub>2</sub> = 33.5 % abono (0.335 kg) + 66.5 % de tierra (0.665 kg).

b<sub>3</sub> = 25 % abono (0.25 kg) + 75.0 % de tierra (0.75 kg).

b<sub>4</sub> = 20 % abono (0.2 kg) + 80 % de tierra (0.8 kg).

- Plantones de cacao.
- Semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51.

### **3.3. Tratamientos en estudio**

Los tratamientos en estudio se describen en el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Clave	Descripción			Proporción (%)
T <sub>0</sub>	----	Testigo			-----
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Compost	+	Tierra	(50,50)
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Compost	+	Tierra	(35.5,66.5)
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Compost	+	Tierra	(25,75)
T <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	Compost	+	Tierra	(20,80)
T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Guano de isla	+	Tierra	(50,50)
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Guano de isla	+	Tierra	(35.5,66.5)
T <sub>7</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Guano de isla	+	Tierra	(25,75)
T <sub>8</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	Guano de isla	+	Tierra	(20,80)
T <sub>9</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	Gallinaza	+	Tierra	(50,50)
T <sub>10</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	Gallinaza	+	Tierra	(35.5,66.5)
T <sub>11</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	Gallinaza	+	Tierra	(25,75)
T <sub>12</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	Gallinaza	+	Tierra	(20,80)

### 3.4. Diseño experimental

En la presente investigación se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con trece tratamientos y cinco repeticiones, los promedios se sometieron a la prueba de análisis de variancia y la comparación de promedios a la prueba de Duncan a un nivel de significación de ( $\alpha = 0.05$ ).

#### 3.4.1. Modelo aditivo lineal

CALZADA (1970), afirma el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Respuesta obtenida en la unidad experimental de la  $j$ -ésima repetición en la cual se aplicó el  $i$ -ésimo tratamiento.

$M$  = Media poblacional general

$\tau_i$  = Efecto de la aplicación del  $i$ -ésimo tratamiento

$C_{ijk}$  = Efecto aleatorio del error experimental, obtenida en la unidad experimental de la  $j$ -ésima repetición en la cual se aplicó el  $i$ -ésimo tratamiento.

**Para:**

$I = 1, 2, \dots, 13$  tratamientos.

$J = 1, 2, \dots, 5$  repeticiones.

**Cuadro 7.** Esquema del análisis de variancia.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>G.L.</b>
Tratamientos	$t-1$	12
Repetición	$r-1$	4
Error experimental	$(t-1)(r-1)$	52
Total	$[(tr)-1]$	64

**3.5. Ejecución del experimento**

**3.5.1. Obtención y siembra de las semillas**

a. Los frutos de cacao clon CCN-51 se obtuvieron del Fundo "Serna" ubicado en Santa Rosa de Shapajilla, distrito de Padre Felipe Luyando - Tingo María, luego se procedió a extraer las semillas seleccionando las mazorcas sanas, libres de plagas y más grandes.

b. Se limpió el mucílago de las semillas frotando con arena de río y aserrín, posteriormente se quitó la testa y se dejó en reposo por una noche en un

balde con agua, para acelerar la germinación; al día siguiente se aplicó el fungicida (Tiofanate metil + Tiram).

c. La pre-germinación de la semilla se realizó en bandejas de polietileno con arena desinfectada, se tapó con una cubierta de tela húmeda hasta la salida de la radícula, luego se trasplantaron a las bolsas con sustratos.

d. Una vez germinadas las semillas de cacao, se escogieron las que tenían buena radícula y se procedió a depositar una semilla en cada bolsa.

### **3.5.2. Ubicación de las bolsas**

Llenadas las bolsas con sustrato, se ubicaron en las camas de repique del vivero, colocando diez bolsas a lo ancho y cinco bolsas a lo largo de la cama, haciendo un total de 50 bolsas por tratamiento, las diez plantas de la parte central se usaron como parcela útil.

### **3.5.3. Riegos**

Se realizó cada tres días, a medida que se desarrollaron las plántulas se fue aumentando la frecuencia de riego, realizándose cada ocho días. El deshierbo manual se realizó también cada ocho días.

### **3.5.4. Manejo del vivero**

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

a. Control de malezas, se realizó de manera periódica en forma manual, cada 20 días.

b. Riego, se realizó frecuentemente en función a las necesidades de las plántulas de cacao, siempre manteniendo la capacidad de campo y punto de marchitez, sin generar un ambiente húmedo que beneficie a fitopatógenos.

c. Control de plagas y enfermedades, se realizó con la finalidad de evitar daños y enfermedades que perjudiquen el normal desarrollo de las plántulas, para lo cual se aplicaron productos orgánicos y/o sintéticos.

### **3.6. Variables a evaluar**

Las variables a evaluar en esta investigación estuvieron distribuidas en dependientes e independientes y se realizaron en periodos de cada mes, la evaluación duró hasta los 120 días después de la siembra:

#### **3.7.1. Variables independientes**

- a. Fuentes de abonos orgánicos.
- b. Proporción de abono - tierra.
- c. Semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) del clon CCN-51.

#### **3.7.2. Variables dependientes**

Las variables dependientes registradas fueron el crecimiento y desarrollo de los plantones de cacao, cuyos indicadores fueron:

##### **a. Altura de plantón (cm)**

Se midió a los 120 días después de la siembra (DDS) en cm, desde la base del plantón hasta la parte apical con cinta métrica.

**b. Diámetro del tallo (mm)**

Se evaluó a nivel del cuello del plantón de cacao a los 120 (DDS), se midió con vernier mecánico en milímetros.

**c. Número de hojas y área foliar**

Al final de experimento se evaluó el número de hojas en cinco plantones de cacao a los 120 (DDS), usando el método de los discos con el siguiente procedimiento: Se escogió cinco plantones de cacao al azar, se extrajo el mayor número de discos posibles del área foliar de la muestra empleando un sacabocado de área conocida; luego se determinó el área y peso total de discos, con una regla de tres simple se calculó el área foliar total en  $\text{cm}^2$ .

**d. Volumen y longitud de raíces**

Se sumergió la plántula hasta el cuello de la raíz en una probeta graduada llena con agua destilada para determinar el volumen por diferencia y utilizando regla graduada, desde la inserción con el tallo hasta la parte terminal de las raíces (longitud); se tomó las mediciones en  $\text{cm}^3$  de cinco plantones a los 120 (DDS). Para la longitud radicular, se tomaron cinco plantones de cacao al final del experimento 90 (DDS) y con una cinta métrica se midió desde la inserción del tallo hasta la parte terminal de las raíces, la unidad de medida fue en cm.

**e. Biomasa de la parte foliar y tallo del plantón de cacao**

Para registrar esta característica, se extrajeron plantones de cacao, teniendo cuidado de no maltratar las raíces, éstas se cortaron y se pesaron

por separado y luego se extrajo una muestra de 20 g y se llevó al laboratorio para colocarlo en la estufa a temperatura de  $73 \pm 2$  °C hasta alcanzar peso constante.

Las muestras permanecieron en la estufa durante 48 horas, hasta que adquirieron un peso constante; las muestras secas fueron pesadas y, por esa diferencia se calculó el porcentaje de humedad y materia seca; se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Materia seca (\%)} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100 \%$$

#### f. Análisis de rentabilidad

Se determinó la relación: Beneficio/costo y el índice de rentabilidad para cada tratamiento, con la finalidad de observar comparativamente el tratamiento con mayor rentabilidad, para lo cual se consideró parámetros económicos, como el rendimiento, ingreso bruto y la utilidad neta, donde:

$$\text{Ingreso bruto} = \text{Rendimiento (kg/ha)} \times \text{Precio}$$

$$\text{Utilidad neta} = \text{Ingreso bruto} - \text{Inversión total}$$

$$\text{Relación Beneficio/ Costo} = \text{Ingreso bruto/ Inversión total}$$

#### g. Análisis final de suelos de los tratamientos en estudio

En el Cuadro 8, se presenta el análisis físico- químico de suelos a los 120 días después de la siembra; observándose que los suelos tratados con los abonos orgánicos presentaron un pH neutro; además, en el Cuadro 8 se muestra el análisis de suelos a los 120 (DDS) por efecto de los abonos orgánicos

Compost, Guano de Isla y Gallinaza, y el testigo; el suelo del testigo tuvo un pH ácido, con media fertilidad de nitrógeno y materia orgánica y con baja fertilidad de fósforo y potasio.

**Cuadro 8.** Análisis químico de los abonos orgánicos: Compost, Guano de isla y Gallinaza comparado con el testigo al inicio del trabajo.

Abonos	Porcentaje (%)							ppm			
	pH	N	P	K	Mg	Na	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
Compost	7.22	0.29	1.27	1.64	3.02	1.23	9.77	1719.3	668.8	675.5	19.55
G. de isla	7.65	5.22	5.70	1.34	5.06	1.76	8.43	7023.5	542.8	743.5	28.44
Gallinaza	7.77	1.27	1.01	1.26	4.61	1.87	7.49	5011.3	250.6	454.9	20.85
Testigo	5.60	0.11	1.23	1.16	2.04	1.46	6.72	1047.5	103.6	404.7	15.48

**Fuente:** Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Altura del plantón del cacao

En el Cuadro 9, se presenta el análisis de variancia de la altura de plantón de cacao.

**Cuadro 9.** Resumen del análisis de variancia de la altura del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante.

Fuente de variación	G.L.	Altura del plantón de cacao							
		30 días		60 días		90 días		120 días	
		C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.
Bloques	9	4.270	NS	14.771	NS	22.807	NS	76.829	NS
Tratamientos	11	5.833	NS	49.377	S	177.119	S	369.004	S
A (Abo. Org.)	2	2.351	NS	65.290	S	217.702	S	477.542	S
B (Proporción)	3	11.355	S	63.342	S	79.820	NS	298.043	S
A x B	6	4.232	NS	37.090	NS	212.512	NS	368.305	NS
Error experimental	99	2.843		14.489		38.269		80.867	
Total	119								
	C.V. (%):	3.21		5.66		6.75		8.22	

S : Significación estadística al 5 % de probabilidad.

NS : No Significación estadística al 5 % de probabilidad.

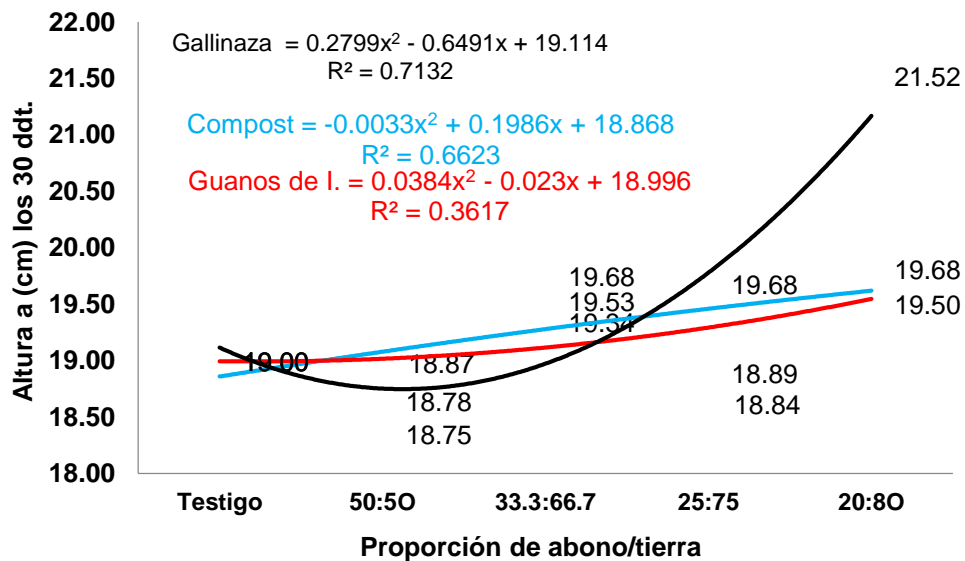
AS : Alta Significación estadística al 1 % de probabilidad.

No se encontró diferencias estadísticas significativas entre bloques; pero, existe diferencias estadísticas entre tratamientos, factor A (abonos orgánicos) y factor B (proporción abono/tierra), a excepción de las evaluaciones a los 30 días después del trasplante solo para tratamientos y factor A, es decir tuvieron un efecto similar en el crecimiento del plantón de cacao; además se tiene excelente coeficiente de variabilidad de 3.21, 5.66, 6.75 y 8.22 % a los 30, 60, 90 y 120 días respectivamente.

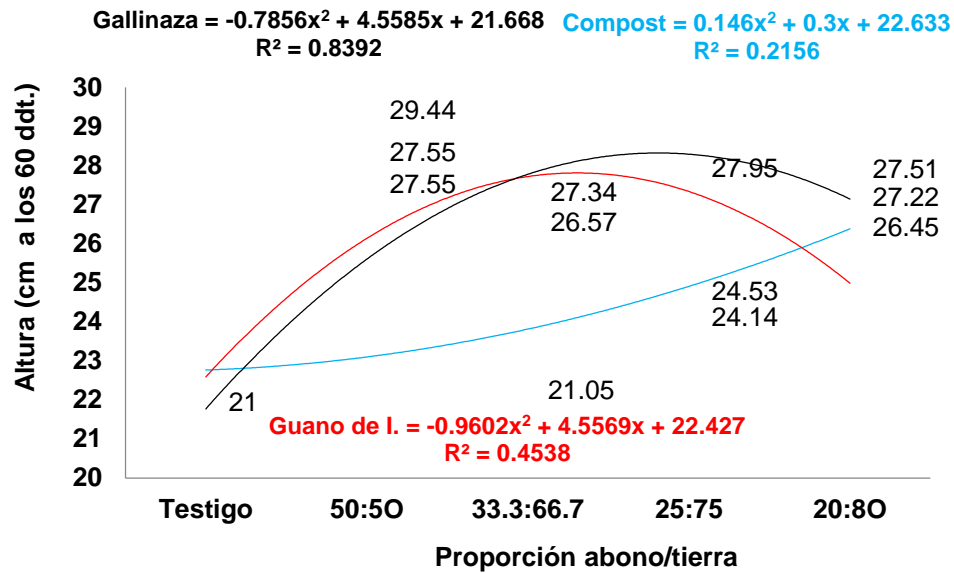
**Cuadro 10.** Prueba de significación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para la altura del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante.

Altura del plantón del cacao											
30 días			60 días			90 días			120 días		
Trat	Prom	Sig	Trat	Prom	Sig	Trat	Prom	Sig	Tra	Pro	Sig
T <sub>12</sub>	21.52	a	T <sub>5</sub>	29.44	a	T <sub>11</sub>	41.30	a	T <sub>11</sub>	51.40	a
T <sub>10</sub>	19.68	b	T <sub>11</sub>	27.95	a b	T <sub>1</sub>	39.70	a b	T <sub>12</sub>	47.80	a b
T <sub>8</sub>	19.68	b	T <sub>9</sub>	27.55	a b	T <sub>12</sub>	37.75	a b c	T <sub>5</sub>	46.15	a b c
T <sub>3</sub>	19.68	b	T <sub>1</sub>	27.55	a b	T <sub>6</sub>	36.69	a b c	T <sub>6</sub>	45.10	a b c
T <sub>6</sub>	19.53	b	T <sub>12</sub>	27.51	a b	T <sub>7</sub>	35.20	b c d	T <sub>1</sub>	44.55	a b c
T <sub>4</sub>	19.50	b	T <sub>6</sub>	27.34	a b	T <sub>8</sub>	34.90	b c d	T <sub>8</sub>	40.80	b c d
T <sub>2</sub>	19.34	b	T <sub>4</sub>	27.22	a b	T <sub>10</sub>	34.60	b c d	T <sub>9</sub>	40.00	b c d
T <sub>13</sub>	19.00	b	T <sub>10</sub>	26.57	a b	T <sub>5</sub>	34.30	b c d	T <sub>7</sub>	39.01	c d
T <sub>7</sub>	18.89	b	T <sub>8</sub>	26.45	a b	T <sub>9</sub>	32.75	c d	T <sub>4</sub>	37.75	c d
T <sub>5</sub>	18.87	b	T <sub>7</sub>	24.53	b	T <sub>4</sub>	32.75	c d	T <sub>3</sub>	37.65	c d
T <sub>11</sub>	18.84	b	T <sub>3</sub>	24.14	b c	T <sub>3</sub>	30.40	d e	T <sub>10</sub>	35.50	d e
T <sub>1</sub>	18.78	b	T <sub>2</sub>	21.05	c	T <sub>2</sub>	25.40	e f	T <sub>2</sub>	29.20	e
T <sub>9</sub>	18.75	b	T <sub>13</sub>	21.00	d	T <sub>13</sub>	24.40	f	T <sub>13</sub>	25.80	f

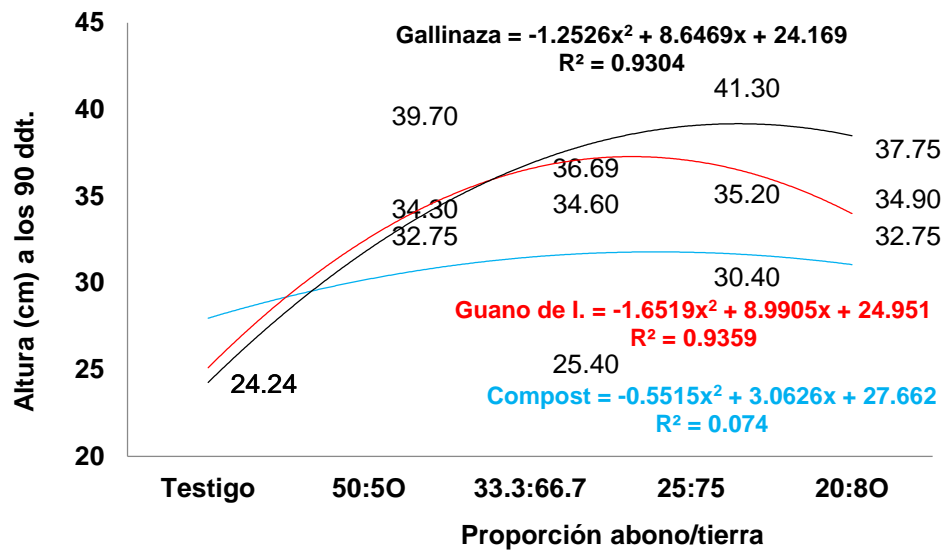
Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.



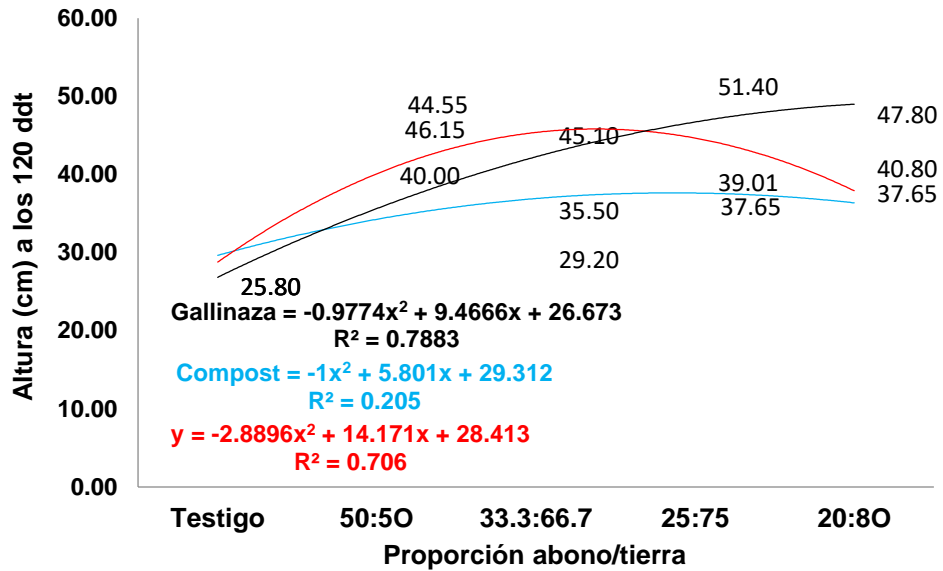
**Figura 1.** Correlación entre la proporción abono/tierra con la altura del plantón de cacao a los 30 días después del trasplante.



**Figura 2.** Correlación entre la proporción abono/tierra con la altura del plantón de cacao a los 60 días después del trasplante.



**Figura 3.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra con la altura del plantón de cacao a los 90 días después del trasplante.



**Figura 4.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra con la altura del plantón de cacao a los 120 días después del trasplante.

Los promedios de las evaluaciones respecto a la altura (Cuadro 10) muestran significación en todas las proporciones; es decir en comparación con el testigo todos mostraron un crecimiento diferente.

A los 30 días después del trasplante (Figura 1), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra, la línea de tendencia que mejor se ajusta es la polinómica para la gallinaza ( $y = 0.2799x^2 - 0.6491x + 19.114$ ), guano de islas ( $0.0386x^2 - 0.0934x + 19.05$ ) y compost ( $-0.0033x^2 + 0.1986x + 18.868$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.7132$ ,  $r^2 = 0.3617$  y  $r^2 = 0.6623$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 18.73 cm altura para Gallinaza, de 22.10 cm altura para Compost y 18.99 cm altura para Guano de islas.

A los 60 días después del trasplante (Figura 2), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra, la línea de tendencia que mejor se ajusta es la polinómica para la gallinaza ( $y = -0.7856x^2 + 4.5585x + 21.668$ ), Guano de islas ( $-0.9602x^2 + 4.5569x + 22.427$ ) y compost ( $0.1893x^2 - 0.2327x + 22.808$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.8392$ ,  $r^2 = 0.4538$  y  $r^2 = 0.2137$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 28.28 cm altura para Gallinaza, de 22.73 cm altura para Compost y 27.83 cm altura para Guano de islas.

A los 90 días después del trasplante (Figura 3), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra, la línea de tendencia que mejor se ajusta es también la polinómica para la gallinaza ( $y = -1.3764x^2 + 11.816x + 13.822$ ), guano de islas ( $-1.6519x^2 + 8.9905x + 24.951$ ) y compost  $-0.5515x^2 + 3.0626x + 27.662$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.9307$ ,  $r^2 = 0.9359$  y  $r^2 = 0.074$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 39.18, 31.91 y 37.18 cm para Gallinaza, Compost y Guano de islas respectivamente.

A los 120 días después del trasplante (Figura 4), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra, la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $y = -0.9774x^2 + 9.4666x + 26.673$ ), Guano de islas ( $-2.8896x^2 + 14.171x + 28.413$ ) y Compost  $-1x^2 + 5.801x + 29.312$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.7883$ ,  $r^2 = 0.706$  y  $r^2 = 0.205$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 49.59, 37.72 y 45.78 cm para Gallinaza, Compost y Guano de islas, respectivamente. Por lo tanto, a los 30

días se observa que a medida que se disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa la altura del plantón del cacao, tanto para la Gallinaza, Compost y Guano de isla. A los 60 días, se observa que a medida que se disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa la altura hasta llegar un punto máximo crítico, y que a partir de ahí disminuye la altura cuando disminuye la cantidad de abonos tanto para el Guano de isla como para la Gallinaza; sin embargo, para el Compost se observa que a medida que se disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa la altura del plantón del cacao. A los 90 y 120 días, se observa que a medida que se disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa la altura hasta llegar un punto máximo crítico, y que a partir de ahí disminuye la altura cuando disminuye la cantidad de abonos tanto para el Guano de isla, Compost y Gallinaza. Estos resultados se debe al contenido de nutrientes que aportó el Guano de isla, Gallinaza y Compost coincidiendo con ZAPATER (1990) quien menciona que el guano de isla posee elementos menores, aporta bacterias nitrificantes, bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico y hongos beneficiosos que ayudan a la nutrición vegetal, corroborado por el MINISTERIO DE AGRICULTURA (2000), quien afirma que el guano de islas es un fertilizante natural y completo, que contiene todos los nutrimentos que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo; además la altura varía desde los 25.80 51.40 cm a los 120 días después del trasplante (Cuadro 10 y Figura 4); estos resultados fueron superiores a los obtenido por MORE (2014) quién reportó que la altura promedio de plantón de cacao obtenido por efecto de bocashi, gallinaza, estiércol de cuy y gaicashi a los 134 días después de la siembra (DDS) fue de 25.20, 28.53,

24.48 y 22.44 cm respectivamente; coincidiendo con CABRERA (2009) quien indica que la altura del plantón de cacao en vivero a los 150 (DDS) es influenciado por sustratos con suelo franco arenoso, suelo monte virgen suelo arcilloso, compost y gallinaza obteniendo 38.47, 35.87, 35.77, 36.87, y 36.54 cm respectivamente; aunque SAJAMI (2013) afirma que la altura de planta a los 90 (DDS) es influenciada por seis biofermentos en el crecimiento de los plantones de cacao obteniéndose 27.81 a 29.90 cm., además para PINCHI (2008), la altura de plantón de cacao a los 135 (DDS) se debe al efecto del uso de cuatro fuentes de materia orgánica, como, humus, pulpa de café, gallinaza, estiércol de vacuno registrándose 44.7, 49.27, 38.58 y 49.02 cm de altura respectivamente, donde el objetivo es obtener plantones con altura apropiada para su trasplante al campo definitivo; para Lorena (2005), citado por CUVI *et al.* (2013) en el cultivo de cacao en condiciones de vivero el tamaño del plantón debe oscilar entre 30 a 35 cm de altura, mientras INIFAP (2011) citado por CUVI *et al.*, (2013) plantea que la altura apropiada del cacao en vivero puede oscilar de 20 a 35 cm. En conclusión, según los reportes y nuestros resultados, la altura del plantón de cacao puede variar, no se tiene un promedio establecido, ya que depende de varios factores, como el estado nutricional del suelo, ambiente, genética de la semilla y las fuentes utilizadas.

#### 4.2. Diámetro de tallo del plantón de cacao

En el Cuadro 11, se presenta el análisis de variancia para el diámetro de tallo del plantón de cacao.

**Cuadro 11.** Resumen del análisis de variancia del diámetro de tallo del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante.

Fuente de variación	G.L.	Diámetro de tallo del plantón de cacao							
		30 días		60 días		90 días		120 días	
		C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.
Bloques	9	0.191	NS	0.443	NS	0.685	NS	1.271	NS
Tratamientos	11	1.420	S	1.760	S	0.966	NS	3.029	NS
A (Abo. Org.)	2	2.120	S	2.134	S	1.642	NS	6.428	S
B (Proporción)	3	0.296	NS	1.601	S	0.441	NS	0.735	NS
A x B	6	1.749	NS	1.714	NS	1.002	NS	3.043	NS
Error experimental	99	0.230		0.745		0.779		1.727	
Total	119								
C.V. (%):		4.53		6.66		5.42		6.67	

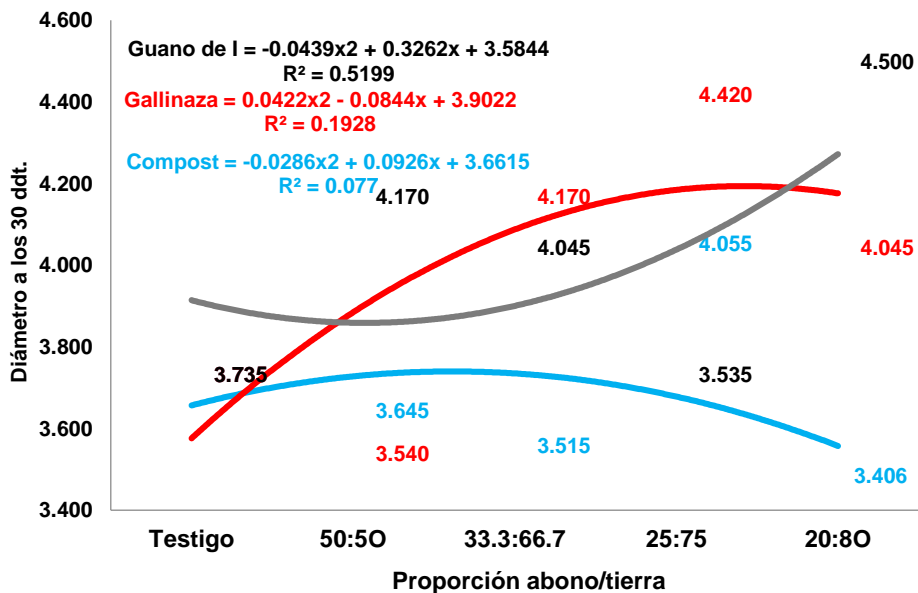
S : Significación estadística al 5 % de probabilidad.  
 NS : No Significación estadística al 5 % de probabilidad.  
 AS : Alta Significación estadística al 1 % de probabilidad.

No se encontró diferencias estadísticas significativas entre bloques, para tratamientos a los 90 y 120 días, factor A (abonos orgánicos) a los 90 días y factor B (proporción abono/tierra) a los 30, 90 y 120 días; pero existe diferencias estadísticas significativas para tratamientos a los 30 y 60 días, factor A (Abonos orgánicos) a los 30, 60 y 120 días y factor B (Proporción abono/tierra) a los 60 días; además se tiene excelente coeficiente de variabilidad de 4.53, 6.66, 5.42 y 6.67 % a los 30, 60, 90 y 120 días, respectivamente.

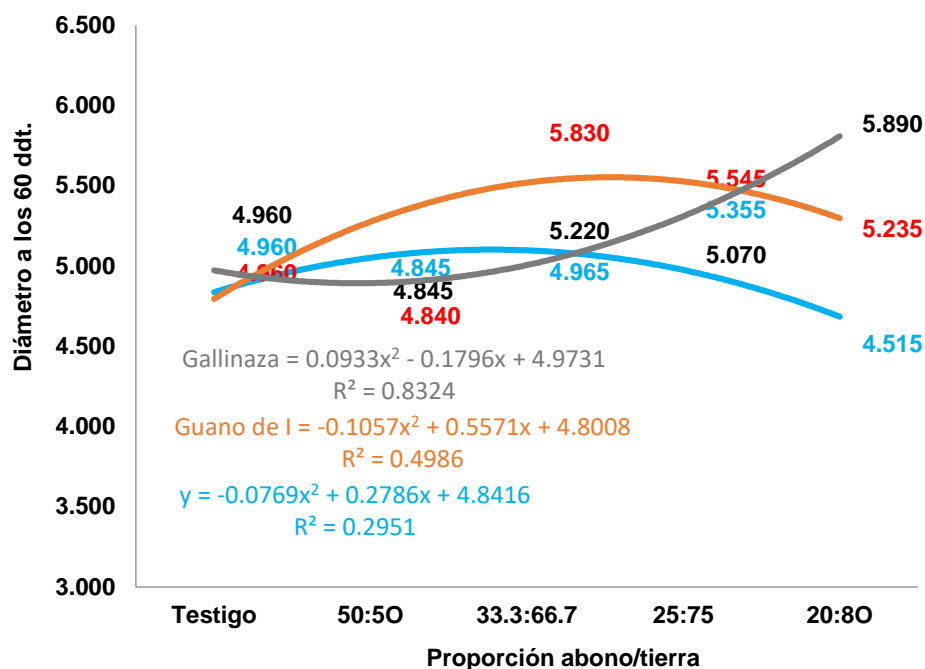
**Cuadro 12.** Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el diámetro de tallo del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante.

Diámetro de tallo del plantón de cacao											
30 días			60 días			90 días			120 días		
Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.
T <sub>12</sub>	4.500	a	T <sub>12</sub>	5.890	a	T <sub>12</sub>	6.645	a	T <sub>12</sub>	8.341	a
T <sub>7</sub>	4.420	a b	T <sub>6</sub>	5.830	a	T <sub>7</sub>	6.463	a b	T <sub>7</sub>	7.973	a b
T <sub>9</sub>	4.170	a b	T <sub>7</sub>	5.545	a b	T <sub>8</sub>	6.117	a b	T <sub>6</sub>	7.967	a b
T <sub>6</sub>	4.170	a b	T <sub>3</sub>	5.355	a b	T <sub>6</sub>	6.027	a b	T <sub>5</sub>	7.473	a b c
T <sub>3</sub>	4.055	a b c	T <sub>8</sub>	5.235	a b c	T <sub>9</sub>	5.977	a b	T <sub>3</sub>	7.266	a b c
T <sub>10</sub>	4.045	a b c	T <sub>10</sub>	5.220	a b c	T <sub>10</sub>	5.891	a b	T <sub>8</sub>	7.224	a b c
T <sub>8</sub>	4.045	a b c	T <sub>11</sub>	5.070	b c	T <sub>13</sub>	5.879	a b	T <sub>11</sub>	7.144	a b c
T <sub>13</sub>	3.735	b c d	T <sub>2</sub>	4.965	b c	T <sub>1</sub>	5.838	a b	T <sub>10</sub>	7.056	a b c
T <sub>1</sub>	3.645	c d	T <sub>13</sub>	4.960	b c	T <sub>5</sub>	5.812	a b	T <sub>1</sub>	7.008	b c
T <sub>5</sub>	3.540	d	T <sub>9</sub>	4.845	b c	T <sub>2</sub>	5.779	a b	T <sub>9</sub>	6.913	b c
T <sub>11</sub>	3.535	d	T <sub>1</sub>	4.845	b c	T <sub>11</sub>	5.726	a b	T <sub>4</sub>	6.618	c
T <sub>2</sub>	3.515	d	T <sub>5</sub>	4.840	b c	T <sub>4</sub>	5.665	b	T <sub>2</sub>	6.572	c
T <sub>4</sub>	3.406	d	T <sub>4</sub>	4.515	c	T <sub>3</sub>	5.652	b	T <sub>13</sub>	6.194	c

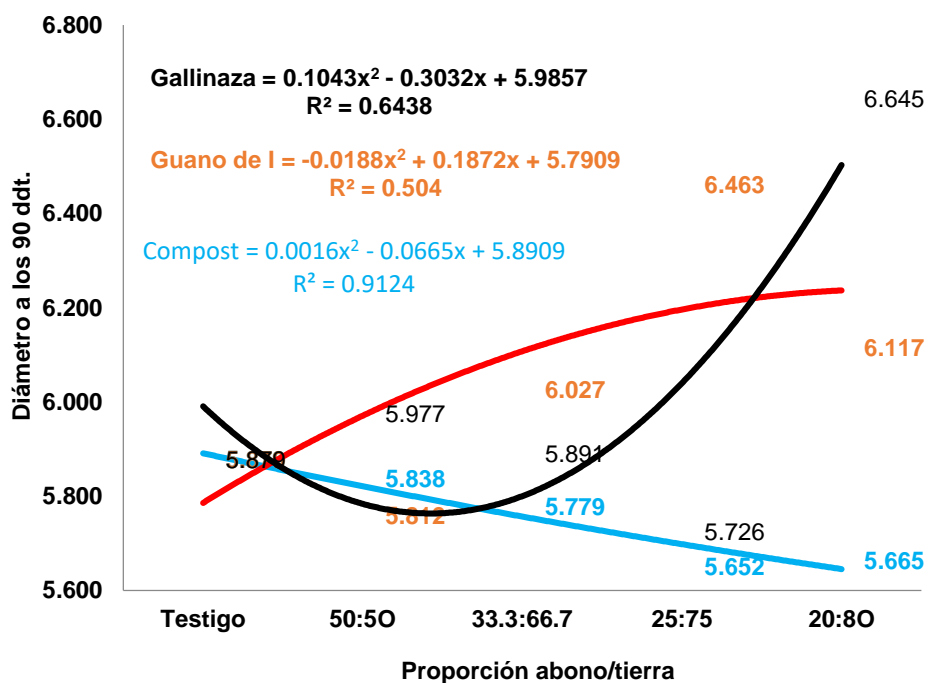
Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.



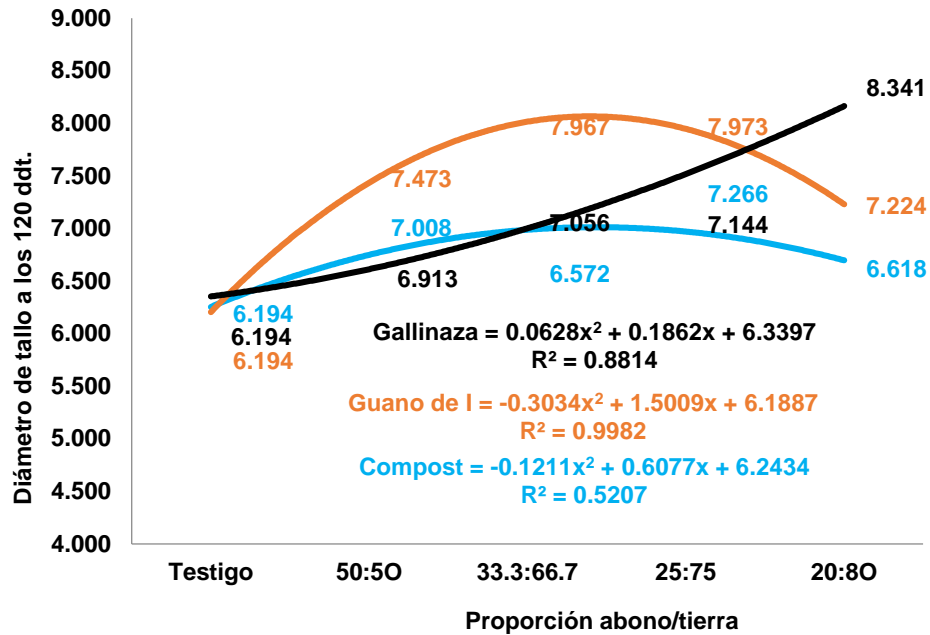
**Figura 5.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el diámetro de tallo del plantón de cacao a los 30 días después del trasplante.



**Figura 6.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el diámetro de tallo del plantón de cacao a los 60 días después del trasplante.



**Figura 7.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el diámetro de tallo del plantón de cacao a los 90 días después del trasplante.



**Figura 8.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el diámetro de tallo del plantón de cacao a los 120 días.

Los promedios de las evaluaciones respecto al diámetro de tallo (Cuadro 12) muestran significación en todas las proporciones; es decir en comparación con el testigo todos mostraron un crecimiento diferente.

A los 30 días después del trasplante (Figura 5), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra, la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $y = 0.0422x^2 - 0.0844x + 3.9022$ ), Guano de islas ( $-0.0439x^2 + 0.3262x + 3.5844$ ) y Compost ( $-0.0286x^2 + 0.0926x + 3.6615$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.1928$ ,  $r^2 = 0.5199$  y  $r^2 = 0.077$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 3.86, 3.37 y 4.19 cm de diámetro para Gallinaza, Compost y Guano de islas.

A los 60 días después del trasplante (Figura 6), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra nos indican que la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $y = 0.0933x^2 - 0.1796x + 4.9731$ ), Guano de islas ( $-0.1057x^2 + 0.5571x + 4.8008$ ) y Compost ( $-0.0769x^2 + 0.2786x + 4.8416$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.8324$ ,  $r^2 = 0.4986$  y  $r^2 = 0.2951$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 4.88 cm de diámetro para Gallinaza, 5.09 cm de diámetro para Compost y 5.53 cm altura para Guano de islas.

A los 90 días después del trasplante (Figura 7), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra nos indican que la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $y = 0.1043x^2 - 0.3032x + 5.9857$ ), Guano de islas ( $-0.0188x^2 + 0.1872x + 5.7909$ ) y Compost ( $0.0016x^2 - 0.0665x + 5.8909$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.6438$ ,  $r^2 = 0.504$  y  $r^2 = 0.9124$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 5.76 cm, 5.19 y 6.25 cm de diámetro para Gallinaza, Compost y Guano de islas, respectivamente.

A los 120 días después del trasplante (Figura 8), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra muestran que la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $y = 0.0628x^2 + 0.1862x + 6.3397$ ), Guano de islas ( $-0.3034x^2 + 1.5009x + 6.1887$ ) y Compost ( $-0.1211x^2 + 0.6077x + 6.2434$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.8814$ ,  $r^2 = 0.9982$  y  $r^2 = 0.5207$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 6.20, 7.00 y 8.04

cm de diámetro del tallo para Gallinaza, Compost y Guano de islas, respectivamente. Es decir a los 30, 60 y 120 días se observa que a medida que disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa el diámetro de tallo del plantón del cacao cuando se aplicó el Guano de isla; sin embargo, a medida que disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa el diámetro de tallo hasta llegar un punto máximo crítico, y a partir de ahí disminuye el diámetro cuando disminuye la cantidad de abonos tanto para el Guano de isla como para el Compost. A los 90 días, se observa que a medida que disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa el diámetro de tallo del plantón de cacao cuando se aplicó Compost; sin embargo cuando se aplicó Gallinaza a medida que aumenta la cantidad de tierra y baja la cantidad de abono se incrementa el diámetro del tallo del plantón del cacao; Por lo tanto, los que tuvieron mayor diámetro de tallo (Cuadro 12) fueron los tratamientos T<sub>12</sub> (20 % Gallinaza + 80 % Tierra), T<sub>7</sub> (25 % Guano de isla + 65.5 % Tierra) y T<sub>6</sub> (35.5 % Guano de islas + 65.5 % Tierra) debiéndose al aporte de nutrientes que tiene el Guano de isla y la Gallinaza, quienes mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, siendo corroborado por MINAG (2016) quienes afirman que el Guano de isla es un fertilizante de origen natural, completo y que contiene todos los nutrientes que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo. Al respecto Yagodin *et al.* (1986), citado por CANTARERO y MARTÍNEZ (2002), afirman que la Gallinaza es un abono orgánico relativamente concentrado y de rápida acción, corroborado por Martínez (2004), citado por SAJAMI (2013) quien sostiene que este abono mejora las condiciones nutricionales, propiedades físicas

del suelo y facilita la absorción de los nutrientes produciendo efectos muy positivos en la multiplicación celular de las plantas.

Los tratamientos T<sub>4</sub> (20 % Compost + 80 % Tierra), T<sub>3</sub> (25 % Compost + 75 % Tierra) y T<sub>0</sub> (Testigo sin abono) estadísticamente obtuvieron plantones con menor diámetro de tallo, debido a que tienen bajo contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, por lo que no influyeron en el incremento del diámetro de la planta; además el promedio de todos los tratamientos varían de 6.19 a 8.34 mm al final del experimento a los 120 ddt, donde los plantones del testigo obtuvieron 6.19 mm (Cuadro 12), un diámetro de tallo inferior a lo obtenido por SAJAMI (2013) a los 90 ddt por influencia de seis biofermentos en el crecimiento de los plantones de cacao; sin embargo CABRERA (2009) indica que el diámetro de tallo del plantón de cacao a los 150 dds es influenciado por los sustratos con suelo franco arenoso, suelo monte virgen, compost y gallinaza, obteniendo 7.50, 7.20, 6.90, 7.20 y 7.20 mm respectivamente; de igual manera, MORE (2014) reportó el diámetro de tallo de plantones de cacao por efecto del Bocashi, Gallinaza, estiércol de cuy y Gaicashi a los 134 dds, que fue de 6.66, 6.62, 6.51 y 6.17 mm respectivamente, debido a que el Bocashi mejora las propiedades físicas del suelo, Gallinaza y el estiércol de cuy aporta nitrógeno; así mismo MERINO (2013) sostiene que los diámetros de tallos máximos y óptimos fueron de 7.30 y 7.40 mm respectivamente. El diámetro de tallo es importante respecto a la resistencia y fluidez de los haces vasculares pero la medida puede variar y dependerá de varios factores, según LÓPEZ (2011) sostiene que en la etapa de vivero, el plantón deberá alcanzar un

diámetro promedio de 10 a 15 mm para poder iniciar el proceso de instalación, coincidiendo con INIFAP (2011), citado por CUVI *et al.* (2013) quién afirma que el grosor del tallo debe ser superior a 1 cm de diámetro; sin embargo para Mejía y Palencia (2005), citado por PINCHI (2008), afirman que el cacao en vivero debe presentar como máximo un diámetro de 8 mm; además para Shepherd *et al.* (1981), citado por PINCHI (2008) afirma que debe tener un diámetro de 5 a 8 mm y, Lorena (2005), citado por CUVI *et al.* (2013), afirma que el diámetro debe oscilar entre 7 a 8 mm, promedio similar a los resultados de este trabajo (Cuadro 12).

#### 4.3. Número de hojas del plantón de cacao

**Cuadro 13.** Resumen del análisis de variancia del número de hojas del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante.

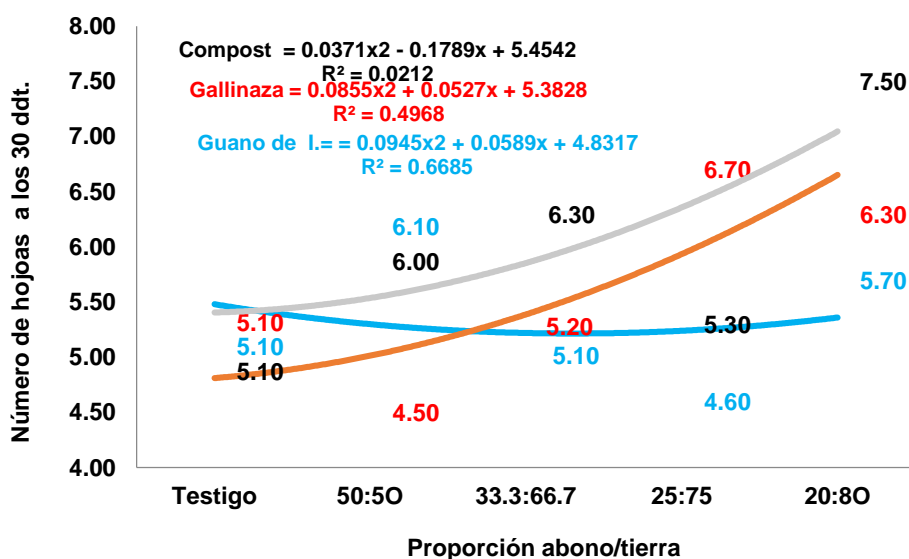
Fuente de variación	G.L.	Número de hojas del plantón de cacao							
		30 días		60 días		90 días		120 días	
		C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.
Bloques	9	1.408	NS	9.212	NS	21.374	SN	55.953	S
Tratamientos	11	7.784	S	13.772	NS	17.424	SN	39.572	SN
A (Abo. Org.)	2	8.400	S	23.258	S	25.733	SN	15.058	SN
B (Proporción)	3	7.008	S	19.964	NS	33.111	S	56.475	S
A x B	6	7.967	NS	7.514	NS	6.811	SN	39.292	SN
Error experimental	99	1.158		5.844		8.948		14.506	
Total	119								
C.V. (%):		6.94		11.11		9.58		9.75	

S : Significación estadística al 5 % de probabilidad.  
 NS : No Significación estadística al 5 % de probabilidad.  
 AS : Alta Significación estadística al 1 % de probabilidad.

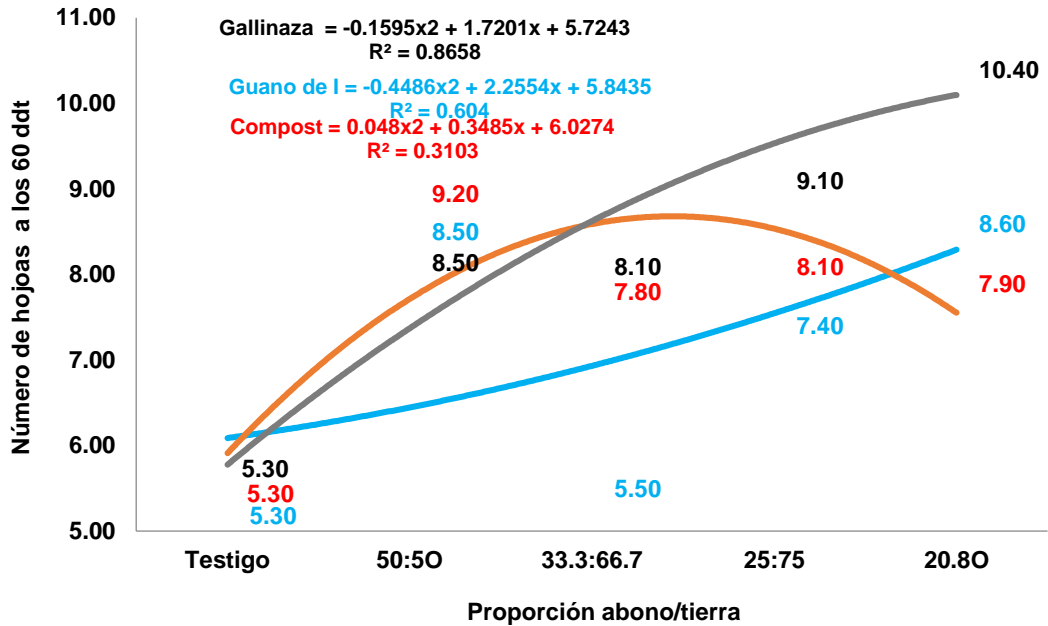
**Cuadro 14.** Prueba de significación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el número de hojas del plantón de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante.

Número de hojas del plantón de cacao											
30 días			60 días			90 días			120 días		
Trat.	Prom.		Trat.	Prom.	Sig	Trat.	Prom.	Sig	Trat.	Prom.	Sig
T <sub>12</sub>	7.50	a	T <sub>12</sub>	10.40	a	T <sub>11</sub>	14.00	a	T <sub>11</sub>	18.60	a
T <sub>7</sub>	6.70	b	T <sub>5</sub>	9.20	a b	T <sub>9</sub>	13.70	a b	T <sub>5</sub>	18.40	a b
T <sub>10</sub>	6.30	b c	T <sub>11</sub>	9.10	a b	T <sub>5</sub>	12.90	a b	T <sub>12</sub>	16.30	a b c
T <sub>8</sub>	6.30	b c	T <sub>4</sub>	8.60	a b	T <sub>7</sub>	12.60	a b	T <sub>3</sub>	15.90	a b c d
T <sub>1</sub>	6.10	b c d	T <sub>9</sub>	8.50	a b	T <sub>1</sub>	12.40	a b	T <sub>1</sub>	15.00	a b c d
T <sub>9</sub>	6.00	b c d	T <sub>1</sub>	8.50	a b	T <sub>12</sub>	12.30	a b	T <sub>7</sub>	14.80	b c d
T <sub>4</sub>	5.70	b c d	T <sub>10</sub>	8.10	a b	T <sub>4</sub>	12.10	a b c	T <sub>6</sub>	14.70	c d
T <sub>11</sub>	5.30	c d e	T <sub>7</sub>	8.10	a b	T <sub>6</sub>	11.30	a b c	T <sub>9</sub>	14.10	c d
T <sub>6</sub>	5.20	d e	T <sub>8</sub>	7.90	b	T <sub>10</sub>	11.20	a b c	T <sub>8</sub>	13.60	c d
T <sub>13</sub>	5.10	d e	T <sub>6</sub>	7.80	b	T <sub>3</sub>	11.00	a b c	T <sub>2</sub>	13.20	c d
T <sub>2</sub>	5.10	d e	T <sub>3</sub>	7.40	b c	T <sub>8</sub>	10.80	b c	T <sub>4</sub>	13.10	c d
T <sub>3</sub>	4.60	e	T <sub>2</sub>	5.50	c	T <sub>2</sub>	9.30	c	T <sub>10</sub>	12.40	d
T <sub>5</sub>	4.50	e	T <sub>13</sub>	5.30	c	T <sub>13</sub>	6.30	d	T <sub>13</sub>	7.30	e

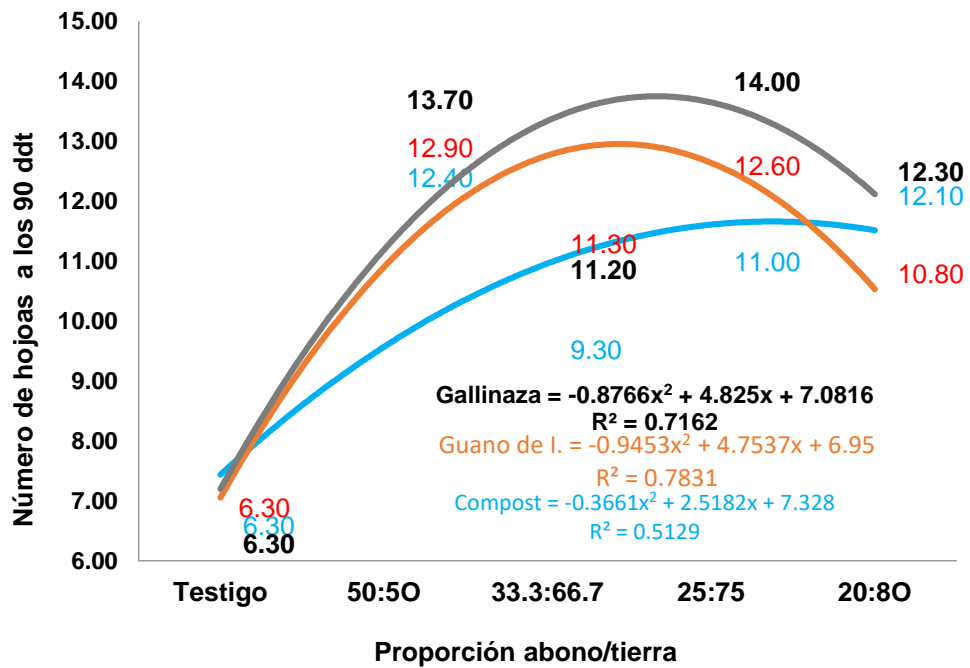
Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.



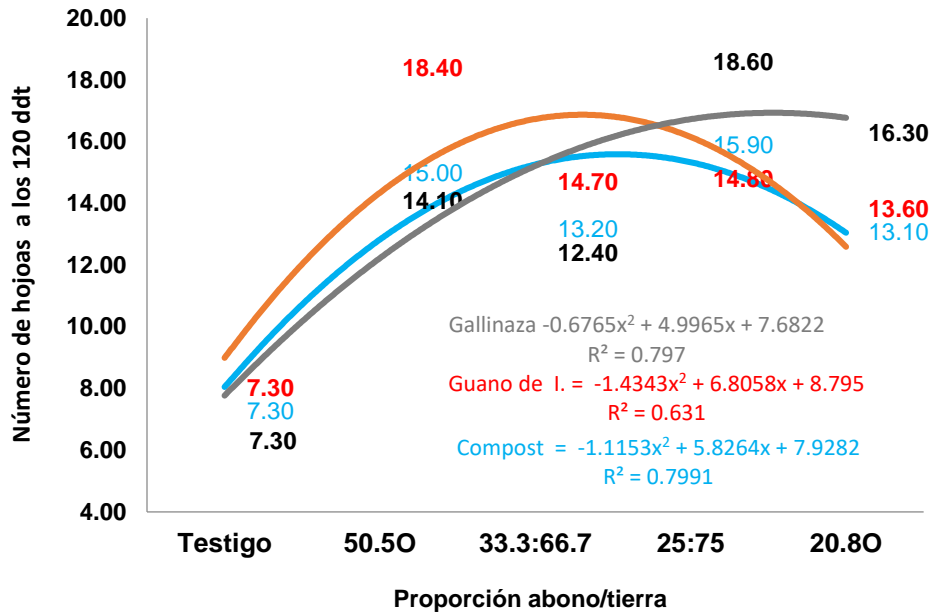
**Figura 9.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el número de hojas del plantón de cacao a los 30 días después del trasplante.



**Figura 10.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el número de hojas del plantón de cacao a los 60 días después del trasplante.



**Figura 11.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el número de hojas del plantón de cacao a los 90 días después del trasplante.



**Figura 12.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra con el número de hojas del plantón de cacao a los 120 días después del trasplante.

Los promedios de las evaluaciones respecto al número de hojas (Cuadro 14) muestran significación en todas las proporciones; es decir en comparación con el testigo todos mostraron un crecimiento diferente.

A los 30 días después del trasplante (Figura 9), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra, muestran que la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $y = 0.0855x^2 + 0.0527x + 5.3828$ ), Guano de islas ( $0.0945x^2 + 0.0589x + 4.8317$ ) y Compost ( $0.0371x^2 - 0.1789x + 5.4542$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.4968$ ,  $r^2 = 0.6685$  y  $r^2 = 0.0212$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 5.40, 6.10 y 4.85 hojas por plantón para Gallinaza, Compost y Guano de islas, respectivamente.

A los 60 días después del trasplante (Figura 10), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra, indican que la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $-0.1595x^2 + 1.7201x + 5.7243$ ), Guano de islas ( $-0.4486x^2 + 2.2554x + 5.8435$ ) y Compost ( $0.048x^2 + 0.3485x + 6.0274$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.8658$ ,  $r^2 = 0.604$  y  $r^2 = 0.3103$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 10.36, 7.92 y 8.67 hojas para Gallinaza, Compost y Guano de islas.

A los 90 días después del trasplante (Figura 11), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra, muestran que la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $y = -0.8766x^2 + 4.825x + 7.0816$ ), Guano de islas ( $-0.9453x^2 + 4.7537x + 6.95$ ) y Compost ( $-0.3661x^2 + 2.5182x + 7.328$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.7162$ ,  $r^2 = 0.7831$  y  $r^2 = 0.5129$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 13.72, 11.65 y 12.92 hojas por plantón para Gallinaza, Compost y Guano de islas, respectivamente.

A los 120 días después del trasplante (Figura 12), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra, indican que la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $y = -0.6765x^2 + 4.9965x + 7.6822$ ), Guano de islas ( $-1.4343x^2 + 6.8058x + 8.795$ ) y Compost ( $-1.1153x^2 + 5.8264x + 7.9282$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.797$ ,  $r^2 = 0.631$  y  $r^2 = 0.7991$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 16.90, 15.53 y 16.86 hojas por plantón para Gallinaza, Compost y Guano de islas. Es decir a los

30 días se observa que a medida que se disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa el número de hojas del plantón del cacao, tanto para la Gallinaza, Compost y Guano de isla. A los 60 días, se aprecia que a medida que se disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa el número de hojas hasta llegar un punto máximo crítico, y partir de ahí disminuye el número de hojas, cuando disminuye la cantidad de abonos tanto para el Guano de isla y Gallinaza; sin embargo, para el Compost se observa que a medida que se disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa el número de hojas del plantón del cacao. A los 90 y 120 días, se observa que a medida que se disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa el número de hojas del plantón de cacao hasta llegar un punto máximo crítico, y a partir de ahí disminuye el número de hojas cuando disminuye la cantidad de abonos tanto para el Guano de isla, Compost y Gallinaza; por lo tanto en el Cuadro 14 y Figuras 9, 10, 11 y 12 se observa que los tratamientos T<sub>12</sub> (20 % Gallinaza + 80 % Tierra) y T<sub>11</sub> (25 % Gallinaza + 75 % Tierra), fueron los mejores en todas las evaluaciones, pero estadísticamente fue similar al resto de tratamientos, debido a que los efectos de la Gallinaza influyen en el número de hojas en vivero por tener contenidos de nitrógeno y potasio aceptables coincidiendo con RESTREPO (1998) que afirma que la Gallinaza tiene elementos esenciales como el fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro pero el de mayor concentración es el nitrógeno.

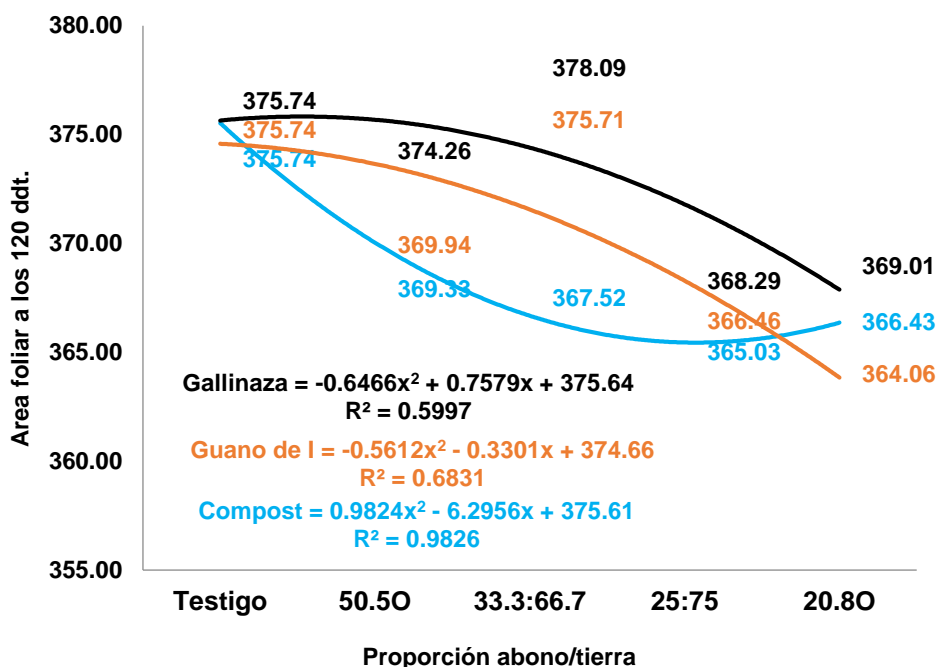
El número de hojas del plantón de cacao de los tratamientos con los abonos orgánicos: Compost, Guano de isla y Gallinaza, fluctuaron entre 12.40 a

18.60 hojas por plantón a los 120 dds (Cuadro 14 y Figura 12), coincidiendo con CABRERA (2009) quién reportó que en plantones de cacao a los 150 dds por influencia de sustratos con suelo franco arenoso, suelo arcilloso monte virgen, compost y gallinaza obtuvieron 15.27, 13.90, 13.48, 14.39 y 13.98 hojas por plantón respectivamente; sin embargo estos resultados fueron obtenidos en menor tiempo, corroborado con PINCHI (2008) quién reportó que el número de hojas de cacao a los 135 dds por efecto del uso de cuatro fuentes de materia orgánica ( humus, pulpa de café, gallinaza y estiércol de vacuno) fue 15.00, 16.67, 15.80 y 16.20, respectivamente; sin embargo Lorena (2005), citado por CUVI *et al.* (2003) plantea que en el cultivo de cacao en condiciones de vivero el número de hojas debe ser entre 7 a 9 totalmente formadas, mientras INIFAP (2011), citado por CUVI *et al.* (2003) recomienda que el número de hojas debe ser aproximadamente entre 6 a 7 pares de hojas turgentes y bien desarrolladas, para ser trasplantadas a campo definitivo.

El tratamiento T<sub>0</sub> (Testigo) aritméticamente ocupó el último lugar, debido al poco contenido del nitrógeno que existía en el sustrato y demás elementos minerales, coincidiendo con ESTRADA (2005), quién manifiesta que la formación de los tejidos vegetales está relacionada al nitrógeno, siendo corroborado por Gros (1986), citado por CABRERA (2009), quien indica que el nitrógeno estimula el desarrollo vegetativo, da color verde oscuro a las plantas y está directamente relacionado con el desarrollo de las hojas y que el Guano de isla y la Gallinaza tienen un contenido mayor de nitrógeno que el abono Compost.

#### 4.4. Área foliar del plantón de cacao

En la Figura 13, se presenta el área foliar del plantón de cacao y la correlación con respecto a la proporción abono/tierra.



**Figura 13.** Correlación entre la proporción de abono/tierra con el área foliar del plantón del cacao.

A los 120 días después del trasplante (Figura 13), se presenta las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra con el área foliar, la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $y = -0.6466x^2 + 0.7579x + 375.64$ ), Guano de islas ( $-0.5612x^2 - 0.3301x + 374.66$ ) y Compost ( $0.9824x^2 - 6.2956x + 375.61$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.5997$ ,  $r^2 = 0.6831$  y  $r^2 = 0.9826$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 375.22, 365.52 y 374.18 cm<sup>2</sup> de área foliar para Guano de isla, Gallinaza

y Compost. Es decir que el que tuvo mayor área foliar fue el tratamiento T<sub>0</sub> (Testigo) en comparación con el resto de tratamientos, además que a medida que disminuye la cantidad de abono, también disminuye el área foliar del plantón de cacao

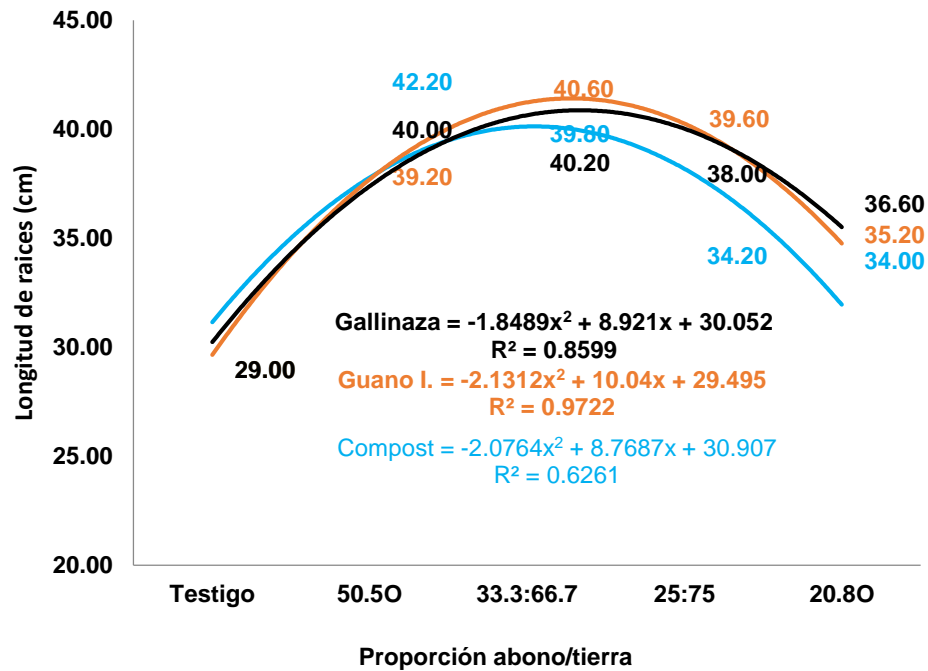
En el Cuadro 17 de Anexos, se observa que el tratamiento T<sub>10</sub> (33.5 % Gallinaza + 66.5 % Tierra), con 378.09 cm<sup>3</sup> de área foliar, obtuvieron el mayor valor pero estadísticamente fue similar a los tratamientos T<sub>6</sub> (33.5 % Guano de isla + 66.5 % Tierra) y T<sub>9</sub> (50.0 % Gallinaza + 50.0 % Tierra), con valores de 375.71 y 374.26 cm<sup>3</sup> respectivamente, debido a que la Gallinaza mejora las características físicas y la fertilidad del suelo, por ende mejora la disponibilidad de algunos nutrientes como fósforo, potasio, magnesio, zinc, cobre y boro, pero sobre todo el nitrógeno, siendo corroborado por FAO (1986), citado por CANTARERO y MARTÍNEZ (2002), que sustenta que la gallinaza tiene alto contenido de nitrógeno, y por tal razón es importante ajustar el empleo de fertilizante nitrogenado para evitar exceso; sin embargo existe diferencias significativas frente a los demás tratamientos, probablemente se debe a la baja proporción de los abonos orgánicos aplicados a estos tratamientos, coincidiendo con SAGARPA (2000), quien afirma que la composición química de los abonos orgánicos varía según al origen de éstos, las plantas, residuos de la cosecha y los estiércoles, los que a su vez difieren en cuanto a los elementos que contienen; además, el promedio de los tratamientos fluctuaron de 364.06 a 378.09 cm<sup>2</sup> a los 120 (dds); por lo tanto, los tratamientos con Gallinaza aritméticamente fue mayor en comparación con los demás abonos (Figura 13); entonces el área foliar promedio

por efecto de Gallinaza es 372.41 cm<sup>2</sup> a los 120 dds, pero inferior a los obtenidos por MORE (2014), que reportó el área foliar por plantón a los 120 dds de tres niveles de tierra/materia orgánica cuyas proporciones fueron (1:1), (3:1) y (9:1), con valores de 403.45, 731.42 y 812.178 cm<sup>2</sup> de área foliar respectivamente. Al respecto, el área foliar promedio del plantón de cacao por efecto de la Gallinaza fue aritméticamente mayor al área foliar obtenida por los demás abonos orgánicos (Figura 13) coincidiendo con MORE (2014), quién obtuvo mayor área foliar por plantón a nivel de vivero por efecto de la Gallinaza en comparación a otras fuentes orgánicas en estudio; también MATHEUS *et al.* (2007) logró los mejores resultados de área foliar con Gallinaza y, estudios realizados por MONSALVE *et al.* (2009) registraron un aumento significativo del área foliar a medida que aumentó la concentración de nitrógeno en la solución suelo.

#### **4.5. Longitud radicular del plantón de cacao**

En la Figura 14, se presenta la longitud radicular del plantón de cacao y la correlación con respecto a la proporción abono/tierra.

A los 120 días después del trasplante (Figura 14), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra, la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $y = -1.8489x^2 + 8.921x + 30.052$ ), Guano de islas ( $-2.1312x^2 + 10.04x + 29.495$ ) y Compost ( $-2.0764x^2 + 8.7687x + 30.907$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.8599$ ,  $r^2 = 0.9722$  y  $r^2 = 0.6261$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 40.81, 40.16 y 41.31 cm de longitud para Gallinaza, Compost y Guano de isla, por lo tanto, se observa que



**Figura 14.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra en la longitud de la raíz del plantón del cacao.

se disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa la longitud radicular del plantón de cacao hasta llegar un punto máximo crítico, y a partir de ahí disminuye la longitud radicular cuando disminuye la cantidad de abonos tanto para el Guano de isla como para Compost y Gallinaza; además se observa que el tratamiento T<sub>1</sub> (50.0 % Compost + 50.0 % Tierra) fue superior numéricamente a los demás tratamientos con 42.20 cm, pero estadísticamente fue similar a los tratamientos, esto se debe al equilibrio nutricional entre el Compost y el sustrato empleado en el tratamiento T<sub>1</sub> (50.0 % Compost + 50.0 % Tierra) lo cual es fundamental para incrementar el sistema radicular de la plantas, coincidiendo con ROJAS y RODRÍGUEZ (1997), quienes afirman que la materia orgánica del suelo se encuentra cargada en forma negativa por lo que los ácidos orgánicos reaccionan

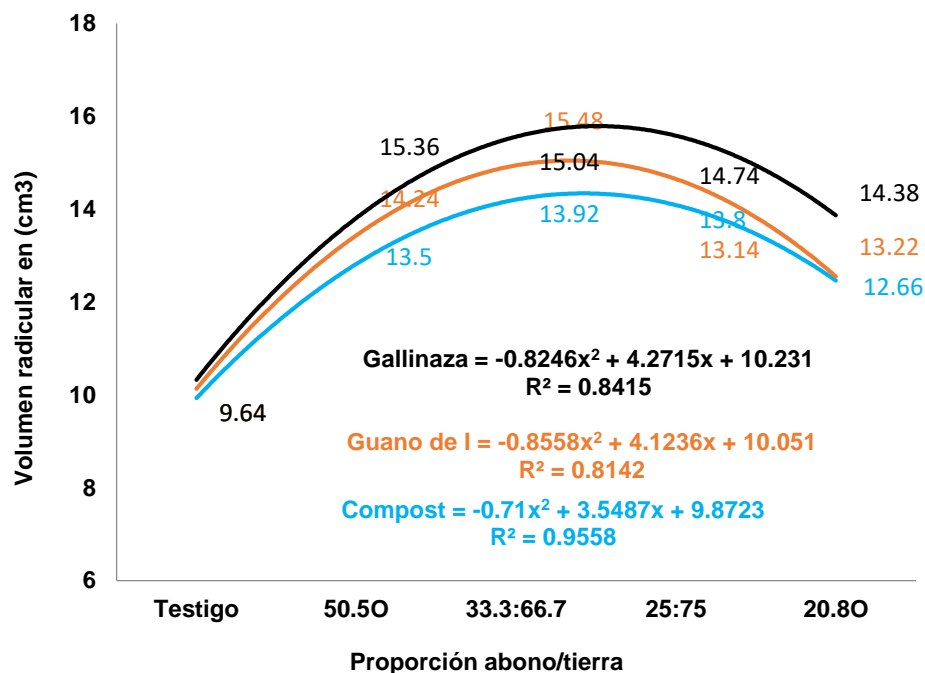
con los cationes hidroxilados, tales como  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  y  $\text{Al}(\text{OH})_2$ , combinaciones complejas que inmovilizan estos iones dejando en libertad a los iones fosfatos; es decir al agregar estiércoles y otros compuestos orgánicos favorecen la asimilación del fósforo e incrementan el contenido de fósforo disponible en los suelos, siendo corroborado por FERNANDEZ (2007) quien dice que el fósforo no es reciclado por las lluvias ni es liberado rápidamente de los residuos orgánicos, al agregar fertilizantes de origen animal al suelo pasan muy rápidamente a compuestos menos solubles; además la longitud radicular de los tratamientos con abono orgánico fluctuó de 34.00 a 42.20 cm; sin embargo el que tuvo menor longitud fue el tratamiento  $T_0$  (testigo sin abono) con 29 cm (Figura 14), el Compost, Guano de isla y Gallinaza, registrando un promedio de 37.55, 38.65 y 38.70 cm respectivamente, debido a que la concentración de nitrógeno en los abonos orgánicos aplicados al sustrato, coincidiendo con MONSALVE *et al.* (2009) quienes afirman que el potencial del crecimiento radical de las raíces, se debe al aumento de la concentración de nitrógeno en la solución suelo.

Los abonos orgánicos Compost, Guano de isla y Gallinaza influenciaron estadísticamente en los plantones de cacao, al obtener mayor longitud de raíz que el testigo, para SOTO (2003) y FÉLIX *et al.* (2008), consideran que las sustancias húmicas llegan a favorecer un aumento en el volumen de las raíces con más pelos absorbentes, así mismo MOLINA (2003a) indica que estas sustancias son activadores de la flora microbiana del suelo con lo que aumenta la mineralización de la materia orgánica y la consecuente liberación de nutrimentos a formas más

disponibles para las raíces de las plantas, como el nitrógeno que se encuentra en forma orgánica; por otro lado, Trinidad (s.f), citado por MORE (2014) afirma que al aplicar materiales orgánicos al suelo, se promueve el crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes, por lo que se tiene plantones con mejores características biométricas en comparación del testigo.

#### 4.6. Volumen radicular del plantón de cacao a los 120 días después del trasplante.

En la Figura 15, se presenta el volumen radicular del plantón de cacao y la correlación con respecto a la proporción abono/tierra.



**Figura 15.** Correlación entre las proporciones de abono/tierra en el volumen radicular del plantón de cacao.

A los 120 días después del trasplante (Figura 16), las ecuaciones de regresión entre la proporción abono/tierra, indican que la línea de tendencia que mejor se ajusta es polinómica para la Gallinaza ( $y = -0.8246x^2 + 4.2715x + 10.231$ ), Guano de isla ( $-0.8558x^2 + 4.1236x + 10.051$ ) y Compost ( $-0.71x^2 + 3.5487x + 9.8723$ ); cuyos coeficientes de determinación son:  $r^2 = 0.8415$ ,  $r^2 = 0.8142$  y  $r^2 = 0.9558$  respectivamente; además los puntos críticos fueron de 15.76, 14.30 y 15.01  $\text{cm}^3$  de volumen radicular para Gallinaza, Compost y ....., respectivamente; además se observa que a medida que disminuye el abono y aumenta la tierra se incrementa el volumen radicular del plantón de cacao hasta llegar un punto máximo crítico, y a partir de ahí disminuye el volumen radicular cuando disminuye la cantidad de abonos, tanto para el Guano de isla, Compost y Gallinaza; por lo tanto, los tratamientos T<sub>6</sub> (33.5 % Guano de isla + 66.5 % Tierra) y T<sub>9</sub> (50.0 % Gallinaza + 50 % Tierra) tuvieron mayor volumen radicular (Figura 15) con valores de 15.48 y 15.36  $\text{cm}^3$ , pero estadísticamente son iguales al el resto de tratamientos, debido a que tiene mayor cantidad de fósforo en su concentración con respecto a la Gallinaza y Compost, además en esta fase no existe significación en volumen de las raíces porque éstas aumentan en la medida que las hojas sigan creciendo y aumentando, coincidiendo con COSTA *et al.* (1992) quiénes conceptúan que el abono verde se utiliza en plantas de cacao, incorporándose al suelo o dejándolo en la superficie, ofreciendo protección para el desarrollo de sus raíces; sin embargo en un trabajo con plantas de cacao cultivadas en soluciones nutritivas, llevado a cabo en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba (Costa Rica) en 1961, se observó que el sistema

radical de esta planta se desarrolló mejor en presencia de hierro que en ausencia de dicho elemento. El análisis estadístico de los resultados corroboró la observación, pues la diferencia entre los tratamientos con y sin, hierro fue significativa (GIMENEZ, 1962); además fueron superiores a los tratamientos T<sub>1</sub> (50.0 % Compost + 50.0 % Tierra), T<sub>8</sub> (20.0 % Guano de isla + 80.0 % Tierra), T<sub>7</sub> (25.0 % Guano de isla + 75.0 % Tierra), T<sub>4</sub> (20.0 % Compost + 80.0 % Tierra) y T<sub>0</sub> (Testigo), sin embargo el volumen radicular de los tratamientos con abonos orgánicos fluctuó entre 12.66 a 15.48 cm<sup>3</sup>, mientras el testigo obtuvo un volumen radicular de 9.64 cm<sup>3</sup>, superior a lo obtenido por CABRERA (2009) quien reporta que a los 150 dds en los sustratos con suelo franco arenoso, suelo arcilloso, suelo monte virgen, gallinaza y compost en plantas de cacao en vivero se obtuvieron un volumen radicular de 6.16, 3.93, 3.88, 4.73 y 4.58 cm<sup>3</sup> respectivamente; también fueron superiores a los obtenidos por PINCHI (2008) que a los 135 dds y utilizando cuatro fuentes de materia orgánica (humus, pulpa de café, gallinaza y estiércol de vacuno) obtuvo 10.20, 9.93, 6.00 y 5.73 cm<sup>3</sup> de volumen radicular, respectivamente, este volumen puede variar y depende de muchos factores; según BATISTA (2009) el desarrollo de las raíces del cacao llega a depender principalmente de la clase textural, estructura y consistencia del suelo.

#### **4.7. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio**

Al realizar el experimento se registraron los costos que incurrían en el vivero, estos fueron extrapolados a hectárea, producción de 1300 plantones de cacao para una hectárea; los ingresos brutos son en base al precio de un plantón

de cacao comercializado al agricultor de esta zona, considerando el precio de S/.2.50. En el Cuadro 15, se presenta el análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio, observándose que el mayor índice de rentabilidad corresponde al tratamiento T<sub>0</sub> (Testigo, Sin abono) con un valor de 1.10, valor que se debe al menor costo de producción y sin abonamiento; sin embargo basándonos en el estudio, los plántones de cacao por efecto de los abonos Compost, Guano de isla y Gallinaza estadísticamente tuvieron mejores características biométricas que los plántones del testigo (T<sub>0</sub>), en especial los tratamientos con Gallinaza, que obtuvieron mejor índice de rentabilidad que los demás tratamientos en estudio, los tratamientos fueron los siguientes, T<sub>10</sub> (33.5 % Gallinaza + 66.5 % Tierra), T<sub>11</sub> (25.0 % Gallinaza + 75.0 % Tierra) y T<sub>12</sub> (20.0 % Gallinaza + 80.0 % Tierra), con valores de 0.82, 0.85 y 0.86, que se obtuvieron debido al menor costo de producción de los plántones de cacao, es decir se obtiene una ganancia de 82.0, 85.0 y 86.0 % respectivamente, de lo que se invierte por un plánton de cacao; los tratamientos T<sub>5</sub> (50.0 % Guano de isla + 50.0 % Tierra) y T<sub>1</sub> (50.0 % Compost + 50.0 % Tierra) obtuvieron un índice de rentabilidad menor a los demás tratamientos, con un valor de 0.10 y 0.19 respectivamente, valor debido al alto costo del abono Guano de isla y Compost en proporción de 1:1, que sólo permite ganar 10.0 y 19.0 % de lo que se invierte por un plánton de cacao.

**Cuadro 15.** Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

Trat.	Costo de producción/ha ( <sup>\$/</sup> ) (1300 plantas)															
	A							B			C	D	E	F	G	
	PT	CV	MS	LIB	SS	Mo	S.	Abo.	CMyF	Abon.	C. Total ( <sup>\$/</sup> )	Plantas/ha	I. B.	U. ( <sup>\$/</sup> )	I. R.	B/C
T <sub>0</sub>	90	300	60	60	30	200	90	0.00	100	0	930.00	1300	1950.00	1020.00	1.10	2.10
T <sub>1</sub>	90	300	60	60	30	200	90	650.00	100	60	1640.00	1300	1950.00	310.00	0.19	1.19
T <sub>2</sub>	90	300	60	60	30	200	90	418.00	100	60	1408.00	1300	1950.00	542.00	0.38	1.38
T <sub>3</sub>	90	300	60	60	30	200	90	325.00	100	60	1315.00	1300	1950.00	635.00	0.48	1.48
T <sub>4</sub>	90	300	60	60	30	200	90	279.00	100	60	1269.00	1300	1950.00	681.00	0.54	1.54
T <sub>5</sub>	90	300	60	60	30	200	90	780.00	100	60	1770.00	1300	1950.00	180.00	0.10	1.10
T <sub>6</sub>	90	300	60	60	30	200	90	501.60	100	60	1491.60	1300	1950.00	458.40	0.31	1.31
T <sub>7</sub>	90	300	60	60	30	200	90	390.00	100	60	1380.00	1300	1950.00	570.00	0.41	1.41
T <sub>8</sub>	90	300	60	60	30	200	90	334.80	100	60	1324.80	1300	1950.00	625.20	0.47	1.47
T <sub>9</sub>	90	300	60	60	30	200	90	130.00	100	60	1120.00	1300	1950.00	830.00	0.74	1.74
T <sub>10</sub>	90	300	60	60	30	200	90	83.60	100	60	1073.60	1300	1950.00	876.40	0.82	1.82
T <sub>11</sub>	90	300	60	60	30	200	90	65.00	100	60	1055.00	1300	1950.00	895.00	0.85	1.85
T <sub>12</sub>	90	300	60	60	30	200	90	55.80	100	60	1045.80	1300	1950.00	904.20	0.86	1.86

T<sub>0</sub> (Testigo (Sin abono))

T<sub>1</sub> (50.0 % Compost + 50.0 % Tierra)

T<sub>2</sub> (35.5 % Compost + 65.5 % Tierra)

T<sub>3</sub> (25 % Compost + 75 % Tierra)

T<sub>4</sub> (20.0 % Compost + 80.0 % Tierra)

T<sub>5</sub> (50.0 % Guano de isla + 50.0 % Tierra)

T<sub>6</sub> (33.5 % Guano de isla + 66.5 % Tierra)

T<sub>7</sub> (25.0 % Guano de isla + 75.0 % Tierra)

T<sub>8</sub> (20.0 % Guano de isla + 80.0 % Tierra)

T<sub>9</sub> (50.0 % Gallinaza + 50 % Tierra)

T<sub>10</sub> (33.5 % Gallinaza + 66.5 % Tierra)

T<sub>11</sub> (25.0 % Gallinaza + 75.0 % Tierra)

T<sub>12</sub> (20.0 % Gallinaza + 80.0 % Tierra)

PT : Preparación de terreno.

CV : Construcción del vivero.

MS : Mezcla de sustratos.

LIB : Llenado y acomodo de bolsas.

U : Utilidad.

I.R. : Índice de rentabilidad.

B/C : Beneficio/Costo.

Venta : <sup>\$/</sup>1.50.

B : Suma de A.

F : E/B.

s : Precio de la semilla

Abo. : Precio de los abonos.

Mo : Mano de obra.

ss : Siembra de semillas.

D : C x 1.50.

CMyF : Control de malezas y fitosanitaria

Abon. : Abonamiento

C. Total : Costo total.

I.B. : Ingreso bruto.

E : D - B.

G : D/B

## V. CONCLUSIONES

1. La Gallinaza a 120 días después de la siembra de los plántones de cacao, fue la fuente orgánica que tuvo mayor incremento en las características biométricas que el Guano de islas y Compost, y éstos fueron mejores que el testigo.
2. La mejor proporción de abono/tierra para obtener plántones de cacao fue 1:2 (33.5:65.6), es decir 33.5 % de abono y 65.5 % de tierra, seguido de la proporción 1:1, 50 % de tierra y 50 % de abono y finalmente la proporción 1:3, es decir 25 % de abono y 75 % de tierra.
3. El abono Gallinaza promovió mejores plántones con buenas características biométricas a 120 dds en vivero, en comparación a los demás abonos Compost y Guano de isla, y asimismo mayor índice de rentabilidad como los tratamientos T<sub>10</sub> (33.5 % Gallinaza + 66.5 % Tierra), T<sub>11</sub> (25.0 % Gallinaza + 75.0 % Tierra) y T<sub>12</sub> (20.0 % Gallinaza + 80.0 % Tierra), con valores de 0.82, 0.85 y 0.86 respectivamente, lo que genera una ganancia de 82.0, 85.0 y 86.0 %, respectivamente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a los agricultores de la zona de Tingo María la utilización de abonos orgánicos (Compost, Guano de Isla y Gallinaza) como fuentes de nutrición para los plantones de cacao en fase de vivero, ya que ayuda mejorar las características físicas y químicas del suelo, aumenta la disponibilidad de nutrientes en el sustrato, y como resultado se obtiene plantones con mejores características y buen desarrollo del plantón.
2. Se recomienda el uso de Gallinaza como fuente orgánica para plantones de cacao en fase vivero, debido a su bajo costo y obtención de plantones con mejores características biométricas; sin embargo, es necesario aplicar la gallinaza bien descompuesta, porque puede ser una fuente antagónica en el desarrollo de los plantones.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco; con el objetivo de determinar la mejor fuente orgánica en el incremento de las características biométricas de los plantones de cacao en fase de vivero, la mejor proporción abono/tierra y estimar la rentabilidad de los tratamientos en estudio. Se empleó el diseño completamente al azar (DCA) con 13 tratamientos y cinco repeticiones, los resultados se sometieron a la prueba de análisis de variancia y comparación de medias de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ). Los parámetros evaluados fueron altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar, longitud radicular, volumen radicular, materia seca y análisis de rentabilidad.

La mayor altura de planta correspondió al tratamiento T<sub>5</sub> (50.0 % Guano de isla + 50.0 % Tierra) con 56.5 cm, el mayor diámetro de tallo al tratamiento T<sub>7</sub> (25.0 % Guano de isla + 75.0 % Tierra) con 8.37 cm<sup>2</sup>, el mayor número de hojas al tratamiento T<sub>10</sub> (33.5 % Gallinaza + 66.5 % Tierra) con 17.80 hojas/plantón, la mayor área foliar al tratamiento T<sub>10</sub> (33.5 % Gallinaza + 66.5 % Tierra) con 378.09 cm<sup>2</sup>, la mayor longitud radicular al tratamiento T<sub>1</sub> (50.0 % Compost + 50.0 % Tierra) con 42.20 cm, el mayor volumen radicular al tratamiento T<sub>6</sub> (33.5 % Guano de isla + 66.5 % Tierra) con 15.48 cm<sup>3</sup>, la mayor materia seca de la hoja y tallo a los tratamientos T<sub>6</sub> (33.5 % Guano de isla + 66.5 % Tierra) y T<sub>10</sub> (33.5 % Gallinaza + 66.5 % Tierra) con 51.37 y 22.08 materia seca respectivamente, y el mejor índice de rentabilidad al tratamiento T<sub>0</sub> testigo (Sin abono) con 1.10

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ADRIAZOLA, J. 2007. Manejo del cultivo de cacao. En diplomado de, Cultivos Industriales Tropicales: Café, Cacao y Palma Aceitera. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Pp. 80 -105
2. ALVARADO, F. 1980. Utilización del guano de islas, como reemplazante de la harina de pescado en raciones de engorde de ovinos. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 61 p.
3. BATISTA, L. 2008. El cultivo de cacao. Guía técnica. Primera edición. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF). Santo Domingo, República Dominicana. 250 p.
4. BENITO, J. 1992. Técnicas para el cultivo de cacao PEAH. Tingo María, Perú. 36 p.
5. BRAÑEZ, M.; ORTIZ, P.; CÉSPEDES L. 2005. Beneficios de los abonos orgánicos y productos naturales. [En línea]: Abonos orgánicos, (<http://www.programaecoclima.org/pdf>, 09 de junio 2016).
6. CABRERA, A. 2009. Influencia de la materia orgánica en tres sustratos con dos tipos de abono foliar en almácigos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tingo María. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Pp. 63 – 71.
7. CANTARERO, R. y MARTÍNEZ, O. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (Gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) en el

- cultivo de maíz (*Zea mays* L.), variedad NB – 6. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pp. 19 – 20.
8. CALZADA, J. 1970. Métodos Estadísticos para la Investigación. Tercera Edición. Lima, Perú.
  9. COSTA, M.; CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L. P.; ALCÂNTARA, P.; MIYASAKA, S. Y AMADO, T. 1992. Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro, ASPTA. 346 p.
  10. CUVI, M.; RODRÍGUEZ, Y.; ELENA, K.; ASANZA, M. y SORIA, S. 2013. Efecto de abonos orgánicos en el cultivo de *Theobroma cacao* L. en vivero del “Recinto el Capricho”, Provincia de Napo, Ecuador. Revista Amazónica Ciencia y Tecnología. 2 (1): 31 - 40.
  11. ESTRADA, M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de Investigación. 2 (1): 43 – 48.
  12. FÉLIX, A.; SAÑUDO, R.; ROJO, E.; MARTÍNEZ, R. y OLALDE, V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Rev. Ra Ximhai. 4 (1): 57 - 67.
  13. FERNÁNDEZ, M.T. 2017. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Redalyc. Cuba. 41 (2): 51 - 57.
  14. GÓMEZ, R.; GARCÍA, R.; TONG, F.; GONZÁLEZ, C. 2014. Paquete tecnológico del cultivo del cacao. Perú. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito para el Perú y el Ecuador – UNODC. 11 p.

15. GIMENEZ, E. 1962. Efecto del hierro en el desarrollo de las raíces de las plantas. *Annual Review of Plant Physiology*, Medellín, Colombia. 4 (3): 27 - 52.
16. LOPEZ, P. 2011. Paquete tecnológico cacao (*Theobroma cacao* L.): Producción de plantas. Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región Sur – Sureste de México; trópico húmedo. SAGARPA – INIFAP. México. 10 p.
17. MATHEUS, J.; GRATEROL, G.; SIMANCAS, D. y FERNÁNDEZ, O. 2007. Efecto de diferentes abonos orgánicos y su correlación con bioensayos para estimar nutrimentos disponibles. Venezuela. *Agricultura Andina*. 13 (1): 19 - 26.
18. MELÉNDEZ. G. 2003. Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. Primera edición. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 209 p.
19. MENGEL, K. y KIRKBY, E.A. 1987. Principles of plant nutrition. 4<sup>ta</sup> edición. Bern: International Potash Institute. 687 p.
20. MENDOZA, C. 2013. El cultivo de cacao, opción rentable para la Selva. Programa Selva Central. (DESCO) Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo. Impresión: Roble Rojo Grupo de Negocios S.A.C. La Molina, Lima. Pp. 8 – 10.
21. MERINO, G. 2013. Efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao

- (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 107 p.
22. MINAG. 2000. El cultivo de cacao en la Amazonía peruana. Ministerio de Agricultura (MINAG). Talleres gráficos de FIRMAT S.A.C. Lima, Perú. 105 p.
  23. MINAG. 2016. Guano de las islas. Ministerio de Agricultura. Perú. [En línea]: (MINAG) (<http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/>, documento, 02 set,, 2016).
  24. MOLINA, A. 2003. Quelatos como fertilizante. CATIE – GTZ – UCR – CANIAN. Costa Rica. p. 76 – 83.
  25. MONSALVE, J.; ESCOBAR, R.; ACEVEDO, M.; SÁNCHEZ, M., y COOPMAN, R. 2009. Efecto de la concentración de nitrógeno sobre atributos morfológicos, potencial de crecimiento radical y estatus nutricional en plantas de *Eucalyptus globulus* producidas a raíz cubierta. Chile. Rev. Bosque. 30 (2): 88-94.
  26. MOSQUERA, B. 2010. Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos orgánicos. Ecuador. [En línea]: Abonos orgánicos en la alimentación, ([www.fonag.org.ec/docpdf/abonos\\_organicos](http://www.fonag.org.ec/docpdf/abonos_organicos.pdf), pdf, 09 jun. 2016).
  27. MORE, J. 2014. Fuentes y proporciones de materia orgánica en el crecimiento de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN - 51. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Pp. 62 - 137.

28. PAREDES, M. 2003. Manual del cultivo de cacao. Perú. Ministerio de Agricultura - Programa Para el Desarrollo de la Amazonia (PROAMAZONIA). 13 p.
29. PINCHI, F. 2008. Fuentes de sustratos orgánicos en plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en el distrito de la Banda de Shilcayo - San Martín. Tesis Ing. Agrónomo. Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martín. Pp. 51 - 57.
30. RESTREPO, R. 1998. Manual práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Primera edición. Managua: SIMAS. 262 p.
31. ROJAS, W. 1997. Manual de muestreo de suelos para análisis de fertilidad. Santiago, Chile. Servicio Agrícola y Ganadería. 23 p.
32. SAGARPA. 2000. Abonos orgánicos. México. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Pesca y Alimentación). [En línea]: COUSSA ([www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/), 09 de jun. 2016).
33. SAJAMI, C. 2013. Determinación de la influencia de seis concentraciones de biofermentos en el crecimiento de plántones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la fase de vivero. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Pp. 55 - 61.
34. SANCHEZ, L.R. 2006. Manual del cultivo de cacao. Primera edición. Chanchamayo, Junín, Perú. 106 p.

35. SAN FERNANDO. 2016. Mallki: Abono mejorador de suelos 100 % natural. Perú. [En línea]: (<http://mallki.pe/wp-content/uploads/>, 05 de sep. 2016).
36. SOTO, M. 2003. Abonos orgánicos. El proceso de compostaje. CATIE – GTZ – UCR – CANIAN. Costa Rica. 155 p.
37. SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Quito, Ecuador. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. 457, 458, 469 y 474 p.
38. ZAPATER, M. 1990. Curso de microbiología y bioquímica del suelo. Escuela de Posgrado - Universidad Nacional Agraria La Molina. Separata del curso. Lima, Perú. 30 p.

**IX. ANEXO**

**Cuadro 16.** Análisis físico - químico del suelo experimental al final del experimento.

Parámetro	Tratamientos												Método empleado	
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>11</sub>		T <sub>12</sub>
<b>Análisis físico:</b>														
Arena (%)	69.68	69.68	71.68	73.68	63.68	69.68	71.68	67.68	69.68	65.68	73.68	61.68	69.68	Hidrómetro
Arcilla (%)	9.04	9.04	11.04	11.04	7.04	7.04	11.04	9.04	9.04	7.04	11.04	7.04	7.04	Hidrómetro
Limo (%)	21.28	21.28	17.28	15.28	29.28	23.28	17.28	23.28	21.28	27.28	15.28	31.28	23.28	Hidrómetro
Clase textural	Far	Far	ArF	ArF	Far	F. ar	Ar. Fr	Far	Far	Far	Ar. Fr	Far	Far	Triangulo textural
<b>Análisis químico:</b>														
pH (1:1)	5.46	7.26	7.22	7.23	7.15	7.12	7.26	7.41	7.44	6.79	6.89	6.42	6.36	Potenciómetro
M. O. (%)	2.06	4.16	5.12	6.40	4.48	3.84	2.56	5.44	3.84	5.44	4.32	3.84	6.24	Walkey y Black
N- total (%)	0.06	0.19	0.23	0.29	0.20	0.17	0.12	0.24	0.17	0.24	0.19	0.17	0.28	% M.O. x 0,05
P disponible (ppm)	5.73	8.64	9.06	8.88	8.49	9.62	8.73	5.68	7.84	7.25	8.82	8.82	9.97	Olsen Modificado
K disponible (ppm)	217.2	382.94	413.42	372.34	320.13	404.14	398.84	449.20	429.32	329.94	139.13	176.23	238.51	Ácido sulfúrico
Ca cambiable (Cmol <sup>(+)</sup> /kg)	9.72	10.78	10.55	8.02	9.71	8.92	8.62	8.71	7.45	6.43	7.04	8.58	7.89	EAA
Mg cambiable (Cmol <sup>(+)</sup> /kg)	2.04	2.88	2.60	2.75	3.83	3.53	6.02	4.08	6.62	4.63	4.22	5.18	4.42	EAA
K cambiable (Cmol <sup>(+)</sup> /kg)	1.26	2.44	1.68	1.49	0.96	1.03	1.18	2.51	0.63	1.02	1.12	0.96	1.54	EAA
Na cambiable (Cmol <sup>(+)</sup> /kg)	1.46	1.24	1.37	1.02	1.30	2.90	1.91	1.20	1.83	2.28	1.66	1.63	1.90	EAA
Al cambiable (Cmol <sup>(+)</sup> /kg)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	EEA
H cambiables (Cmol <sup>(+)</sup> /kg)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	EEA
CIC	14.48	17.35	16.2	13.28	15.57	15.07	17.73	16.51	16.53	14.36	14.04	16.35	15.75	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María

**Cuadro 17.** Promedio de los parámetros de todas las evaluaciones realizadas durante el experimento.

Trat.	Promedio de los parámetros en estudio														
	Altura				Diámetro				Nº hojas				Área foliar	Longitud	Volumen
	30	60	90	120	30	60	90	120	30	60	90	120	120	120	120
T <sub>1</sub>	18.78	27.55	39.70	44.55	3.65	4.85	5.84	7.01	6.10	8.50	12.40	15.00	369.33	42.20	13.50
T <sub>2</sub>	19.34	21.05	25.40	29.20	3.52	4.97	5.78	6.57	5.10	5.50	9.30	13.20	367.52	39.80	13.92
T <sub>3</sub>	19.68	24.14	30.40	37.65	4.06	5.36	5.65	7.27	4.60	7.40	11.00	15.90	365.03	34.20	13.80
T <sub>4</sub>	19.50	27.22	32.75	37.75	3.41	4.52	5.67	6.62	5.70	8.60	12.10	13.10	366.43	34.00	12.66
T <sub>5</sub>	18.87	29.44	34.30	46.15	3.54	4.84	5.81	7.47	4.50	9.20	12.90	18.40	369.94	39.20	14.24
T <sub>6</sub>	19.53	27.34	36.69	45.10	4.17	5.83	6.03	7.97	5.20	7.80	11.30	14.70	375.71	40.60	15.48
T <sub>7</sub>	18.89	24.53	35.20	39.01	4.43	5.55	6.46	7.97	6.70	8.10	12.60	14.80	366.46	39.60	13.14
T <sub>8</sub>	19.68	26.45	34.90	40.80	4.05	5.24	6.12	7.22	6.30	7.90	10.80	13.60	364.06	35.20	13.22
T <sub>9</sub>	18.75	27.55	32.75	40.00	4.17	4.85	5.98	6.91	6.00	8.50	13.70	14.10	374.26	40.00	15.36
T <sub>10</sub>	19.68	26.57	34.60	39.40	4.05	5.22	6.55	7.84	6.30	8.10	11.20	12.40	378.09	40.20	15.04
T <sub>11</sub>	18.84	27.95	41.30	51.40	3.54	5.07	5.73	7.14	5.30	9.10	14.00	18.60	368.29	38.00	14.74
T <sub>12</sub>	21.52	27.51	37.75	47.80	4.50	5.89	6.65	8.34	7.50	10.40	12.30	16.30	369.01	36.60	14.38
T <sub>13</sub>	19.00	21.88	24.40	25.80	3.74	4.94	5.88	6.19	5.10	5.30	6.30	7.30	345.74	29.00	9.64

T<sub>0</sub> (Testigo (Sin abono))

T<sub>1</sub> (50.0 % Compost + 50.0 % Tierra)    T<sub>5</sub> (50.0 % Guano de isla + 50.0 % Tierra)

T<sub>9</sub> (50.0 % Gallinaza + 50 % Tierra)

T<sub>2</sub> (35.5 % Compost + 65.5 % Tierra)    T<sub>6</sub> (33.5 % Guano de isla + 66.5 % Tierra)

T<sub>10</sub> (33.5 % Gallinaza + 66.5 % Tierra)

T<sub>3</sub> (25 % Compost + 75 % Tierra)    T<sub>7</sub> (25.0 % Guano de isla + 75.0 % Tierra)

T<sub>11</sub> (25.0 % Gallinaza + 75.0 % Tierra)

T<sub>4</sub> (20.0 % Compost + 80.0 % Tierra)    T<sub>8</sub> (20.0 % Guano de isla + 80.0 % Tierra)

T<sub>12</sub> (20.0 % Gallinaza + 80.0 % Tierra)

**Cuadro 18.** Peso de abono orgánico y tierra agrícola para el embolsado de 28 bolsas por tratamiento.

Trat./ Tierra: Abono	Compost (kg)		Trat./ Tierra: Abono	Guano de islas (kg)		Trat./ Tierra: Abono	Gallinaza (kg)	
	Tierra	Abono		Tierra	Abono		Tierra	Abono
T <sub>1</sub> / 1:1	14	14	T <sub>5</sub> / 1:1	14	14	T <sub>9</sub> / 1:1	14	14
T <sub>2</sub> / 2:1	19	9	T <sub>6</sub> / 2:1	19	9	T <sub>10</sub> / 2:1	19	9
T <sub>3</sub> / 3:1	21	7	T <sub>7</sub> / 3:1	21	7	T <sub>11</sub> / 3:1	21	7
T <sub>4</sub> / 4:1	22	6	T <sub>8</sub> / 4:1	22	6	T <sub>12</sub> / 4:1	22	6
<b>Peso total (kg)</b>	<b>76</b>	<b>36</b>		<b>76</b>	<b>36</b>		<b>76</b>	<b>36</b>

Dato: 1 kg de sustrato por bolsa, para el testigo se utilizó 28 kg de tierra agrícola.

**Leyenda:**

T<sub>0</sub> (Testigo (Sin abono))

T<sub>1</sub> (50.0 % Compost + 50.0 % Tierra)

T<sub>2</sub> (35.5 % Compost + 65.5 % Tierra)

T<sub>3</sub> (25 % Compost + 75 % Tierra)

T<sub>4</sub> (20.0 % Compost + 80.0 % Tierra)

T<sub>5</sub> (50.0 % Guano de isla + 50.0 % Tierra)

T<sub>6</sub> (33.5 % Guano de isla + 66.5 % Tierra)

T<sub>7</sub> (25.0 % Guano de isla + 75.0 % Tierra)

T<sub>8</sub> (20.0 % Guano de isla + 80.0 % Tierra)

T<sub>9</sub> (50.0 % Gallinaza + 50 % Tierra)

T<sub>10</sub> (33.5 % Gallinaza + 66.5 % Tierra)

T<sub>11</sub> (25.0 % Gallinaza + 75.0 % Tierra)

T<sub>12</sub> (20.0 % Gallinaza + 80.0 % Tierra)



**Figura 16.** Visita del Ing. Agr. José Lévano al lugar del experimento.



**Figura 17.** Altura de plantones a 120 dds por efecto de abono Compost.



**Figura 18.** Evaluación de volumen radicular del plantón de cacao.



**Figura 19.** Evaluación radicular de los plantones y peso seco de las hojas.