

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**APLICACIÓN DE DIFERENTES PROPORCIONES DE BOKASHI EN LA
PRODUCCION DE PLANTONES DE DOS CULTIVARES DE CACAO (HIBRIDO E
IMC-67)**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

JANETT KARINA RAYMUNDO CRUZ

Tingo María – Perú

2013



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Nº 012/2013-FA-UNAS

BACHILLER : **RAYMUNDO CRUZ, JANETT KARINA.**

TÍTULO : "APLICACIÓN DE DIFERENTES PROPORCIONES DE BOKASHI EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE CACAO"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. M. Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL : Ing. M. Sc, HUGO ALFREDO HUAMANÍ YUPANQUI
VOCAL : Ing. LUIS GERMÁN MANSILLA MINAYA
ASESOR : Ing. JAIME JOSSEPH CHÁVEZ MATÍAS
CO ASESOR :

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 26 DE NOVIEMBRE DE 2013

HORA DE SUSTENTACIÓN : 11: 00 A.M.

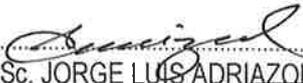
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARIA, 27 DE NOVIEMBRE DE 2013


.....
Ing. M. Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA
PRESIDENTE


.....
Ing. M. Sc. HUGO ALFREDO HUAMANÍ YUPANQUI
VOCAL

.....
Ing. LUIS GERMÁN MANSILLA MINAYA
VOCAL


.....
Ing. JAIME JOSSEPH CHÁVEZ MATÍAS
ASESOR





“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 206- 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de investigación

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
APLICACIÓN DE DIFERENTES PROPORCIONES DE BOKASHI EN LA PRODUCCION DE PLANTONES DE DOS CULTIVARES DE CACAO (HIBRIDO E IMC-67)	JANETT KARINA RAYMUNDO CRUZ	17 % Diecisiete

Tingo María, 03 de agosto de 2023


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION
Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**APLICACIÓN DE DIFERENTES PROPORCIONES DE BOKASHI EN LA
PRODUCCION DE PLANTONES DE DOS CULTIVARES DE CACAO (HIBRIDO E
IMC-67)**

Autor	: Janett Karina RAYMUNDO CRUZ
Asesor	: Ing. M. Sc. Jaime Chávez Matías
Programa de investigación	: Especies Agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal
Línea de investigación	: Caracterización morfofitoquímica de los recursos fitogenéticos, propagación, producción, técnicas de cultivos y conservación ex situ
Eje temático	: Propagación de plantas
Lugar de ejecución	: Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo - COPAIN
Duración	: 06 meses
Financiamiento	: Propio

Tingo María – Perú, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad : Facultad de Agronomía
Título de Tesis : Aplicación de Diferentes Proporciones de Bokashi en la Producción de Plantones de dos Cultivares de Cacao (Hibrido e IMC-67)”
Autor : Janett Karina RAYMUNDO CRUZ
DNI : 71666229
Correo electrónico : raimundo.janett@unas.edu.pe
Asesor : Ing. M. Sc. Jaime Chávez Matías
Escuela Profesional : Agronomía
Programa de Investigación : Especies Agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal
Línea (s) de Investigación : Caracterización morfofitoquímica de los Recursos fitogenéticos, propagación, producción, técnicas de cultivos y conservación ex situ
Eje temático de investigación : Propagación de plantas
Lugar de Ejecución : Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo - COPAIN
Duración del trabajo : 6 meses
 Fecha de Inicio : Febrero
 Término : Julio
Financiamiento :
 FEDU : NO
 Propio : SI
 Otros : NO

Tingo María - Perú - Octubre, 2023

DEDICATORIA

Mi adoración y veneración a
DIOS mi redentor.

Al tesoro de mi vida que es mi
fortaleza, Danna.

A mis padres Ada y Misael,
con el amor incondicional
de siempre.

A mis hermanos Misael y
Christina, que son el
complemento de mi vida; a
mis tíos Delia, Rubens y
Alfredo.

Al tesorito de mi vida que es
mi alegría, Dereck.

AGRADECIMIENTO

A La Universidad Nacional Agraria de la Selva ALMA MATER, por su contribución en mi formación profesional.

A la Facultad de Agronomía y a sus docentes que con arduo trabajo y empeño inculcaron sus conocimientos para ser un profesional de éxito.

A Ing. M. Sc. Jaime Chávez Matías, patrocinador quien con sus conocimientos me orientó en el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Christian Chambilla Inocente, copatrocinador con cuyo apoyo incondicional se pudo complementar el desarrollo de esta tesis.

A los miembros del jurado, Ing. Mansilla Minaya Luis, M. Sc. Adriazola Del Águila Jorge y M. Sc. Huamani Yupanqui Hugo.

Al Ing. Rubens Cruz Márquez, por sus sabios consejos, que me hacen una persona perceptible.

Al Ing. Erika Portocarrero Lumbe, por su gran apoyo en la ejecución de mi tesis.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general	1
1.2. Objetivos específicos.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Generalidades de la planta de cacao.....	2
2.1.1. Clon IMC – 67 (Serie Iquitos Mixed Calabacillo).....	2
2.2. Influencia de la materia orgánica en el suelo	2
2.3. El Bokashi	3
2.3.1. Proceso de formación del bokashi	5
2.4. Principales factores a considerar en la elaboración del bokashi	5
2.4.1. Temperatura:	5
2.4.2. Humedad:	5
2.4.3. Aireación:.....	5
2.4.4. pH 6	
2.4.5. El tamaño de las partículas de los ingredientes	6
2.4.6. Relación carbono-nitrógeno:.....	6
2.4.7. Microorganismos efectivos (EM)	6
2.5. Preparación del bokashi.....	7
2.5.1. Lugar donde se prepara el abono	8
2.5.2. Herramientas necesarias.....	9
2.5.3. Tiempo en la fabricación.....	9
2.6. Importancia del bokashi en la obtención de plantones de cacao	9
2.7. Estado del arte	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1. Ubicación del experimento.....	11
3.2. Materiales, insumos y equipos	11
3.3. Componentes en estudio.....	11
3.4. Tratamientos en estudio.....	12
3.5. Diseño experimental.....	12
3.5.1. Análisis de variancia	13
3.6. Características del campo experimental	13
3.7. Metodología.....	14

3.7.1. Recolección de insumos para la preparación del bokashi.....	14
3.7.1.1. Insumos para la elaboración.....	14
3.7.1.2. Procedimiento.....	14
3.7.2. Labores previas para la conducción del experimento.....	15
3.7.2.1. Llenado en bolsas.....	15
3.7.2.2. Pre germinado de semillas.....	15
3.7.2.3. Siembra de las semillas.....	15
3.7.2.4. Riego.....	16
3.8. Características o variables a evaluar.....	16
3.8.1. Altura de la planta.....	16
3.8.2. Número de hojas.....	16
3.8.3. Diámetro del tallo de la planta.....	16
3.8.4. Longitud de raíces.....	16
3.8.5. Volumen de raíces de la planta.....	16
3.8.6. Área foliar de la planta.....	17
3.8.7. Análisis de rentabilidad.....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1. Altura de planta.....	18
4.2. Diámetro del tallo.....	24
4.3. Área foliar.....	34
4.4. Longitud y volumen radicular.....	40
4.5. Análisis de rentabilidad.....	46
V. CONCLUSIONES.....	48
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	49
VII. REFERENCIAS.....	50
ANEXO.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Características químicas del bokashi.	4
2. Contenido nutricional del bokashi.	4
3. Descripción de los tratamientos en estudio.	12
4. Esquema del análisis de variancia (ANVA).....	13
5. Análisis nutricional del bokashi producido.....	15
6. Análisis de variancia para la altura de planta de cacao.	18
7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la altura de planta de cacao de los tratamientos.	19
8. Análisis de variancia de los efectos simples para altura de planta de cacao.....	20
9. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el efecto simple del factor de cultivar de cacao (A) en cada proporción de bokashi (B) para la altura de planta de cacao.	21
10. Prueba de Duncan al nivel $\alpha=0,05$ de los efectos simples de la factorial proporción de bokashi (B) en cada cultivar de cacao (A), para la altura de planta de cacao.	23
11. Análisis de variancia para el diámetro de tallo de cacao.	24
12. Prueba de Duncan a un nivel de $\alpha = 0,05$ para el diámetro de tallo de plantas de cacao por tratamientos.	25
13. Análisis de variancia de los efectos simples para el diámetro de tallo de cacao.	26
14. Prueba de Duncan a un nivel de $\alpha=0,05$ de los efectos simples de la factorial de cultivar de cacao (A) en cada proporción de bokashi (B) para el diámetro de planta de cacao.	27
15. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) de los efectos simples de la factorial proporción de bokashi (B) en cada cultivar de cacao (A) para el diámetro de planta de cacao.	29
16. Análisis de variancia para el número de hojas de cacao.	29
17. Prueba de Duncan a un nivel de 5% para la variable número de hojas por planta de cacao de los tratamientos.....	30
18. Análisis de variancia de los efectos simples para número de hojas por planta de cacao de los tratamientos.	32
19. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) de los efectos simples de la factorial cultivar de cacao (A) en cada proporción de bokashi (B) para el número de hojas de cacao.	32
20. Prueba de Duncan a un nivel del 5% ($\alpha=0,05$) de los efectos simples de la factorial proporción de bokashi (B) en cada cultivar de cacao (A) para el número de hojas de cacao.	34
21. Análisis de variancia para el área foliar de cacao.	35

22. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el área foliar del cacao.	35
23. ANVA de los efectos simples para el área foliar del cacao de los tratamientos.	37
24. Prueba de Duncan un nivel del 5% de los efectos simples de la factorial cultivar de cacao (A) en cada proporción de bokashi (B) para el área foliar del cacao.	38
25. Prueba de Duncan a nivel de confianza del 5% de los efectos simples de la factorial proporción de bokashi (B) en cada cultivar de cacao (A) para el área foliar del cacao.	39
26. ANVA para la longitud y volumen radicular del cacao.	40
27. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la longitud radicular del cacao de los tratamientos.	41
28. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el volumen radicular del cacao de los tratamientos.	42
29. Análisis de variancia de los efectos simples para la longitud y el volumen radicular del cacao.	43
30. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) de los efectos simples de la factorial proporción de bokashi (B) en cada cultivar de cacao (A) para la longitud y el volumen radicular del cacao.	44
31. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.	47
32. Datos de la variable área foliar.	54
33. Datos de la variable área foliar.	54
34. Datos de la variable volumen radicular.	55
35. Datos de la variable altura (mes de abril).	55
36. Datos de la variable diámetro de tallo (mes de abril).	56
37. Datos de la variable número de hojas (mes de abril)	56
38. Datos de la variable altura (mes de junio).	57
39. Datos de la variable diámetro de tallo (mes de junio).	57
40. Datos de la variable número de hojas (mes de junio)	58
41. Datos de la variable altura (mes de julio).	58
42. Datos de la variable diámetro de tallo (mes de julio).	59
43. Datos de la variable número de hojas (mes de julio)	59
44. Costos de producción de la elaboración de 250 kg de bokashi.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Comportamiento de la altura de planta de cacao en los tratamientos.	19
2.	Altura de planta de cacao en las proporciones de bokashi.	22
3.	Comportamiento del diámetro de tallo de cacao en los tratamientos.	25
4.	Diámetro de tallo de cacao en las proporciones de bokashi.	28
5.	.Comportamiento del número de hojas de cacao en los tratamientos.	31
6.	Número de hojas de cacao en las proporciones de bokashi.	33
7.	Comportamiento del área foliar del cacao en los tratamientos.	36
8.	Área foliar del cacao en las proporciones de bokashi.	38
9.	Comportamiento de la longitud radicular del cacao en los tratamientos.	41
10.	Comportamiento del volumen radicular del cacao en los tratamientos.	43
11.	Longitud radicular del cacao en las proporciones de bokashi.	45
12.	Volumen radicular del cacao en las proporciones de bokashi.	45
13.	Tratamiento experimental 1.	60
14.	Tratamiento experimental 2.	61
15.	Tratamiento experimental 3.	61
16.	Tratamiento experimental 4.	62
17.	Tratamiento experimental 5.	62
18.	Tratamiento experimental 6.	63
19.	Tratamiento experimental 7.	63
20.	Tratamiento experimental 8.	64
21.	Tratamiento experimental 9.	64
22.	Tratamiento experimental 10.	65

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la proporción adecuada de “Bokashi” para la producción de plantones de dos cultivares de cacao (hibrido e IMC -67); para esto se diseñó un trabajo de investigación con dos variedades de cacao (Clon IMC – 67 y Cacao hibrido) y cuatro proporciones de bocachi al (10%, 25%, 50% y 75%), distribuidos completamente al azar con un arreglo factorial 2A x 4B más dos testigos adicionales con 4 repeticiones. Los resultados detallan según el análisis a los datos obtenidos que, el bokashi en una proporción de 50% (b3), aplicado a los cultivares clon ICM-67 (a1) y cacao hibrido (a2) a nivel de vivero, presentó mejores resultados en las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar y volumen radicular; mientras que con la proporción 75% (b4) la tendencia fue la disminución. Por otro lado, las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar evaluadas, en los cultivares de cacao (factor A), ICM-67 (a1) y cacao hibrido (a2), fueron altamente influenciados, por la aplicación de las diferentes proporciones de bokashi (factor B), dependiendo esto del periodo de evaluación pero no resulto así con las variables longitud y volumen radicular que no fueron influenciadas significativamente por la aplicación de las diferentes proporciones de bokashi (factor B) evaluadas tampoco fueron influenciadas significativamente por los cultivares de cacao (factor A). El análisis de rentabilidad mostró que los tratamientos conformados por el IMC-67 + 10% de bokashi e Híbrido + 10% de bokashi (T1 y T5) permitieron una rentabilidad de S/. 3,16 nuevos soles, mostrando una ganancia de S/. 2,16 nuevos soles por cada S/. 1,00 de inversión.

Palabras claves: bocachi , Clon IMC – 67 , Cacao hibrido.

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the adequate proportion of "Bokashi" for the production of seedlings of two cocoa cultivars (hybrid and IMC -67); For this, a research work was designed with two varieties of cocoa (Clone IMC - 67 and Hybrid cocoa) and four proportions of bocachi al (10%, 25%, 50% and 75%), distributed completely randomly with a factorial arrangement. 2A x 4B plus two additional controls with 4 replicates. The results detail, according to the analysis of the data obtained, that the bokashi in a proportion of 50% (b3), applied to cultivars clone ICM-67 (a1) and hybrid cocoa (a2) at the nursery level, presented better results in the variables plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area and root volume; while with the proportion 75% (b4) the tendency was the decrease. On the other hand, the variables plant height, stem diameter, number of leaves and leaf area evaluated, in the cocoa cultivars (factor A), ICM-67 (a1) and hybrid cocoa (a2), were highly influenced by the application of the different proportions of bokashi (factor B), depending on the evaluation period, but this was not the case with the variables root length and volume, which were not significantly influenced by the application of the different proportions of bokashi (factor B) evaluated either were significantly influenced by cocoa cultivars (factor A). The profitability analysis showed that the treatments made up of BMI-67 + 10% bokashi and Hybrid + 10% bokashi (T1 and T5) allowed a profitability of S/. 3.16 nuevos soles, showing a gain of S/. 2.16 nuevos soles for each S/. 1.00 investment.

Keywords: bocachi, Clone IMC – 67, Hybrid Cacao.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de plántulas es una fase importante en la producción de cacao, un buen sustrato y una adecuada proporción de nutrientes permitirá obtener patrones más sanos y vigorosos con características de injerto deseables.

La mayoría de los productores de cacao en nuestra región usan tierra agrícola como sustrato, y las plantas resultantes no crecen vigorosamente porque estos suelos carecen de nutrientes. Para enmendar la insuficiencia de nutrientes es necesario aplicar abonos orgánicos como sustrato en la producción de plántulas de cacao, debido a que estos elementos mejoran las condiciones físicas, químicas y mejora la actividad biológica del suelo.

Uno de nuestro propósito como agrónomos es la conservación de los recursos naturales para lo cual debemos buscar alternativas que ayuden a mejorar las plantaciones de cacao sin perjudicar a los ecosistemas naturales. Para ello se realizan trabajos de investigación que son fuente de información para la mejora de la agricultura.

Con esta referencia se consideró establecer un experimento para determinar la proporción adecuada de “Bokashi” en la producción de plántulas de cacao, considerando los siguientes objetivos.

1.1. Objetivo general

- aplicación de diferentes proporciones de bokashi en la producción de plántulas de dos cultivares de cacao (híbrido e imc-67)

1.2. Objetivos específicos

- Determinar la proporción adecuada de bokashi en el crecimiento de plántulas de cacao (Híbrido e IMC-67) a nivel de vivero.

- Evaluar la influencia del bokashi en las características biométricas de las plántulas de cacao (volumen radicular, altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar).

- Determinar la relación de beneficio/costo de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de la planta de cacao

El cacao es una especie originaria de las selvas tropicales (Bh-t) de la región amazónica del noreste de Sudamérica. Desde allí se extendió de forma natural al resto del continente y luego con la ayuda del hombre a otras zonas tropicales del mundo.

Su clasificación taxonómica del cacao está representada de la siguiente manera a continuación:

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae
Clase	: Dicotyledonae
Sub clase	: Archychlamedeae
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculiaceae
Género	: Theobroma
Especie	: <i>Theobroma cacao</i> L.

En una revisión que hace García (2007) sobre el mejoramiento genético del cacao, reporta que en 1932, Van Hall clasificó los cacaos en dos grupos: Criollos y Forasteros, los primeros por su distribución geográfica y los segundos por la forma del fruto (angoleta, amelonado, cundeamor y calabacillo). Cita también a Chessman (1944) y Allen y Lass (1983), que sugerían no usar la forma del fruto como carácter de clasificación debido a la confusión que podrían ocasionar por su inconstancia y que el mismo Chessman (1944) sugirió la subdivisión de los Forasteros, en Amazónicos y Trinitarios, siendo este último el cruce de un criollo por un forastero, de modo que actualmente se tienen los grupos Criollo, Forastero y Trinitario.

2.1.1. Clon IMC – 67 (Serie Iquitos Mixed Calabacillo)

Colección forastero amazónico, auto incompatible, con un promedio de 65 óvulos, forma de la fruta ovoide, color del fruto maduro amarillo, medianamente resistente a la enfermedad “Escoba de bruja” y susceptible a las enfermedades “Moniliasis” y “Phytohphthora” (González, 1996).

2.2. Influencia de la materia orgánica en el suelo

Dentro de las numerosas ventajas que ofrece la materia orgánica en el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo podemos decir que ayuda a

mejorar la estructura debido a que la materia orgánica endurece el suelo arenoso (mantiene unidos los granos de arena) y afloja la arcilla; reduce la densidad aparente en suelos de textura extremadamente fina, disminuyen debido al hinchamiento que provoca la materia orgánica.

Así mismo aumenta la capacidad de intercambio catiónico total del suelo, ya que forma parte esencial del complejo de intercambio junto con las arcillas, reguladores de nutrientes de las plantas. En cuanto a la disponibilidad de nutriente es por tanto la única fuente de nitrógeno natural del suelo, y también contiene fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio y oligoelementos liberados por la mineralización de la materia orgánica. En la formación de compuestos fosfo-húmicos, la materia orgánica actúa en la retrogradación del fósforo, en presencia ya sea de caliza, hierro y aluminio libres.

También actúa en la retrogradación de potasio por las arcillas del tipo 2:1 y evita las variaciones del pH debido a la capacidad buffer también llamado tampón del suelo. Por otro influye en la producción de CO₂, al descomponerse la materia orgánica forma junto con el agua H₂CO₃ muy importante en los procesos de formación de suelos como son disolución, carbonatación, y otros procesos acidificantes.

La descomposición de la materia orgánica también puede ser realizada por lombrices, este proceso es de forma acelerada (horas/día) en comparación con el proceso de descomposición natural que puede tardar meses o años, lo que significa beneficios económicos y además se obtiene productos estables de buena calidad que se puede utilizar en el suelo haciendo efecto hasta por cinco años (Saenz, 1987).

Por otro lado, Humuverd (1988) menciona que la materia orgánica promueve la estimulación radicular, lo que permite una mayor asimilación de los nutrientes que aporta la materia orgánica después de la mineralización.

2.3. El Bokashi

Shintani (2000) menciona que el bokashi es un término japonés que significa abono orgánico fermentado que es producido mediante el uso de microorganismos benéficos, estos aceleran la descomposición de la materia orgánica del suelo acelerando la fermentación debido a los procesos químicos del suelo. El bokashi es un fertilizante orgánico fermentado elaborado a partir de desechos vegetales y estiércol. Se puede mezclar con microorganismos benéficos para mejorar su calidad y facilitar la preparación a partir de diversos desechos. Dependiendo del material y la situación, se puede hacer una forma aeróbica u otra forma anaeróbica.

El bokashi se puede usar de 5 a 21 días después del proceso de fermentación, este fertilizante orgánico se puede usar en la producción de cultivos incluso si la materia orgánica

no se ha descompuesto por completo. Cuando se aplica al suelo, la materia orgánica se utiliza como alimento para microorganismos efectivos y beneficiosos, que la descomponen aún más y mejoran la vida del suelo; pero no debemos olvidar proporciona nutrientes a los cultivos (Martínez, 2004).

Tabla 1. Características químicas del bokashi.

Característica	Cantidad
pH	6,5 a 7,5
Nitrógeno	0,8 a 1,5%
Fósforo	0,8 a 1,2%
Potasio	1,2 a 2,5%
Calcio	1 a 2,5%
Magnesio	0,5 a 1,2%
Humedad	30 a 40%

Fuente: SOTO (2003).

Sin embargo, años antes, Rodríguez y Paniagua (1994), presentan un análisis nutricional del bokashi, viendo algunas diferencias con lo reportado por Martínez (2004), las cuales se puede ver en la tabla 2.

Tabla 2. Contenido nutricional del bokashi.

Característica	Cantidad
Nitrógeno	0,93 a 1,18%
Fósforo	0,44 a 0,70%
Potasio	0,47 a 0,51%
Calcio	2,05 a 2,58%
Magnesio	0,20 a 0,21%
Hierro	2,30 a 4,26 mg/l
Zinc	61 a 205 mg/l
Cobre	19 a 33 mg/l
Boro	8 a 14 mg/l

2.3.1. Proceso de formación del bokashi

Admin (2009) menciona que el desarrollo de fertilizantes tipo bokashi está basado en la descomposición aeróbica de restos orgánicos utilizando la microorganismos presentes en ella y controlando la temperatura, obteniéndose como resultado un producto estable de gran valor.

En comparación con otros fertilizantes orgánicos, la producción de este fertilizante fermentado tiene varias ventajas, por ejemplo, no se producen gases tóxicos ni olores, el volumen de producción se puede ajustar a las necesidades, no genera problemas de almacenamiento y transporte, se inactivan patógenos, muchos de los cuales son perjudiciales para los cultivos. El ciclo de producción es corto de 15 a 30 días dependiendo las condiciones, se puede usar inmediatamente después de la preparación y el costo de producción es bajo.

Existen dos etapas distintas en el proceso de elaboración del bokashi: la primera etapa es la fermentación de los ingredientes del compost, que pueden alcanzar una temperatura de 70 - 75 °C debido al aumento de la actividad microbiana. La temperatura del fertilizante entonces comienza a disminuir debido al consumo o reducción de energía. El segundo paso es que el fertilizante pasa por un proceso de estabilización, y solo los materiales más difíciles de degradar pueden destacarse a corto plazo y alcanzar un estado ideal de uso.

2.4. Principales factores a considerar en la elaboración del bokashi

Diaz (2004), menciona que se debe considerar factores como:

2.4.1. Temperatura:

Se basa en el aumento de la actividad microbiana de los residuos, que comienza con la mezcla de ingredientes. 14 horas después de la preparación del abono, su temperatura debe estar por encima de los 50 °C.

2.4.2. Humedad:

Determina las condiciones correctas para el adecuado desarrollo de la actividad y reproducción de microorganismos durante el proceso de fermentación. Tanto la falta como el exceso de humedad influye en la obtención de abonos de calidad. Para lograr la máxima eficiencia del proceso de fermentación del estiércol, el contenido óptimo de humedad está entre el 50 y el 60 por ciento en peso.

2.4.3. Aireación:

Es el oxígeno presente en la mezcla y es necesario para el proceso de fermentación aeróbica de la materia orgánica. Se ha calculado que la concentración de oxígeno en la mezcla debe estar entre el 6% y el 10%. Si los poros son anaeróbicos en presencia de exceso de humedad, se perjudica la ventilación y se obtienen productos de mala calidad.

2.4.4. pH

La preparación de abonos el rango es de 6 a 7,5. Los valores extremos perjudican la actividad microbiana durante la degradación del material orgánico.

2.4.5. El tamaño de las partículas de los ingredientes

La ventaja de reducir el tamaño de partícula de los componentes de materia orgánica es un aumento en el área de superficie para la degradación microbiana. Pero el exceso de partículas muy pequeñas puede causar compactación, lo que favorece el desarrollo de procesos anaeróbicos, lo que no contribuye a la producción de buenos abonos orgánicos fermentados. Si la mezcla contiene demasiadas partículas pequeñas, se puede agregar paja o relleno de carbón.

2.4.6. Relación carbono-nitrógeno:

La proporción ideal para la elaboración de abonos de fermentación rápida es 25:35; una proporción menor provocará pérdidas significativas de nitrógeno por evaporación, mientras que una proporción mayor prolongará el proceso de fermentación.

2.4.7. Microorganismos efectivos (EM)

Es un cultivo microbiano mixto que consiste en especies microorganismos benéficos seleccionados que, cuando se inoculan en el suelo, actúan como regulador de salinidad, realizan una función de intercambio iónico en suelos y aguas duras, también favorece el drenaje y el lavado de sales tóxicas (sodio y cloro); desbloqueador de suelos, porque disuelve ciertos minerales como la cal y el fosfato y promueve la descomposición de residuos orgánicos (compost, bokashi, humus) durante la fermentación (Dattari, 2005).

Shintani (2000) menciona que los EM es un cultivo de ciertas especies microbianas beneficiosas, cuyo uso principal es como inóculo para diversos abonos y la recuperación de aguas residuales y aguas superficiales contaminadas (estanques). Cuando se aplica EM al bokashi, mejora la calidad y facilita su producción. Para preparar EM. necesitarás 2 bolsas de mantillo, 1 bolsa de harina de arroz, 2 cuartos de galón de melaza (cacao, caña, café) y 1 galón de agua.

La metodología de preparación el microorganismo eficiente se inicia colocando el mantillo y el polvillo en capas, agregando la melaza disuelta en agua, posteriormente se mezcla hasta obtener una consistencia y humedad adecuada. Del microorganismo eficiente, se separa la cuarta parte, para obtener M.E. aeróbico y las tres cuartas partes para M.E. anaeróbico. A la cuarta parte separada, se cubre con mantadas y voltea diariamente por 8 días, las tres cuartas partes separadas se vierten en un bidón taconeando para

eliminar todo el aire posible y posteriormente se tapa herméticamente. Los M.E. se utilizan después de los 30 días y bien almacenado puede durar hasta 3 años.

2.5. Preparación del bokashi

Valero (2008) menciona que la composición del bokashi puede ser muy diversa y puede adaptarse según las condiciones de los productores y los materiales disponibles, es decir, no existe una fórmula fija para su elaboración. Lo más importante es la pasión, la creatividad y el tiempo de los productores. Los ingredientes que se pueden incluir para realizar los fertilizantes orgánicos fermentados son los siguientes:

- **Gallinaza.** Es la principal fuente de nitrógeno para la producción de Bokashi. Dependiendo de su origen se puede agregar material orgánico en mayor o menor cantidad. El mejor estiércol proviene de gallinas ponedoras; de los pollos de engorde contiene residuos de coccidiostáticos y antibióticos que interfieren con el proceso de fermentación. También se pueden sustituir o incluir estiércol de bovinos, cuyes, vacunos y otros, esto dependerá de las condiciones y posibilidades del productor.

- **Cascarilla de arroz.** Mejoran la estructura física del compost, promueven la aireación y absorben la humedad de los nutrientes que se filtran en el suelo. También es beneficioso para aumentar la actividad macroscópica y microbiana del abono del suelo al mismo tiempo que promueve el desarrollo uniforme y abundante de las raíces de las plantas. La cáscara de arroz es rica en sílice, esta mejora la defensa de las plantas contra plagas y enfermedades. La cascarilla carbonizada aporta fósforo, potasio y también ayuda a corregir la acidez del suelo, por lo que se convierte en una fuente constante de humus. Si no se dispone de este material orgánico se puede sustituir con cascara de café, paja y residuos de cosechas de hortalizas.

- **Polvillo de arroz.** Ayuda a la fermentación de los abonos debido al incremento de calorías y vitaminas que proporciona a los microorganismos, además proporciona nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Si el polvillo de arroz no está disponible, se puede usar concentrado para cerdo en su lugar.

- **El carbón.** Mejora las propiedades físicas del suelo en términos de aireación, humedad, absorción y calor. Su alta porosidad promueve la actividad macro y microbiológica del abono; al mismo tiempo, actúa como una esponja capaz de retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes útiles para las plantas, reduciendo su pérdida y lavando el suelo. Se recomienda que las partículas o grumos de carbón sean de 1 a 2 cm de diámetro y longitud

respectivamente. El bokashi en almácigos debe utilizarse con carbón, este debe semi pulverizarse para asegurar el llenado de las bandejas y un buen desarrollo de las raíces.

• **La melaza de caña de azúcar.** Es la principal fuente de energía para los microorganismos, están involucrados en la fermentación de abonos orgánicos, lo cual es beneficioso para la actividad de los microorganismos. La melaza es rica en potasio, calcio, magnesio y contiene micronutrientes, principalmente boro.

• **El mantillo del bosque.** Es un ingrediente importante en la elaboración de abonos orgánicos fermentados. En algunos casos, puede llegar a ocupar un tercio de la cantidad total de del abono. Estimula el desarrollo de la actividad microbiana en el abono y también tiene la función de homogeneizar el abono y distribuir la humedad. Otra función es la de actuar como una esponja ya que tiene la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes de acuerdo a las necesidades de la planta, las cuales pueden variar en tamaño de partícula, composición química de los nutrientes e inóculo de microorganismos. Las partículas grandes como piedras, pedazos y fragmentos de palos deben ser removidas. En los bordes de los campos y en el interior de las calles, la tierra debe recogerse a una profundidad no mayor de 30 cm.

• **El agua.** Produce condiciones favorables para el desarrollo y reproducción de los microorganismos, además influye en la actividad microbiana durante la fermentación. Además, tiene la capacidad de homogeneizar la humedad de cada uno de los componentes del abono. Sin embargo, la falta y exceso de humedad pueden ser perjudiciales en la producción de bokashi. La humedad deseada se obtiene agregando gradualmente el agua a la mezcla de los ingredientes del abono. Para verificar la humedad del abono se debe tomar una pequeña cantidad de la mezcla y apretarla. Si la humedad es correcta no debe haber gotas de agua en los dedos y debe formarse un terrón quebradizo en la mano. Pero si hay demasiada humedad, es mejor aumentar la cantidad de cascarilla de arroz.

Cruz (2002) menciona que luego de determinar la cantidad de abono orgánico fermentado a producir y los elementos necesarios para su elaboración, se puede hacer lo siguiente; disponer los ingredientes en capas de forma ordenada, mezclar los ingredientes sin humedecer de manera desordenada y dividir los ingredientes por igual para hacer dos o tres lotes para mezclarlos fácilmente, en los tres casos se debe añadir agua a la mezcla hasta alcanzar el contenido de humedad recomendado. Finalmente, la mezcla será homogénea, en cualquier caso.

2.5.1. Lugar donde se prepara el abono

La preparación de los abonos orgánicos debe ser en un lugar protegido del sol, lluvia y viento, caso contrario el proceso de fermentación puede verse afectado.

La ubicación ideal es una galera con piso firme de cemento, para evitar pérdidas o acumulaciones innecesarias de humedad donde se realice la producción de abono.

2.5.2. Herramientas necesarias

Las herramientas que se deben disponer para la elaboración de los abonos son palas, cubos de plástico, regaderas o bombas de mochila, mangueras de agua, máscaras contra el polvo y botas de goma para distribuir uniformemente la solución de melaza.

2.5.3. Tiempo en la fabricación

El tiempo de producción de abono varía de 15 a 30 días. Generalmente, la duración del proceso es mayor en las zonas frías y menor en zonas cálidas. El tiempo depende del aumento de la actividad microbiana en el compost, que comienza con la mezcla de los componentes.

2.6. Importancia del bokashi en la obtención de plántulas de cacao

Cruz (2002) afirma que el uso de fertilizantes orgánicos brinda ventajas benéficas a las plantas, actúan como medio de almacenamiento de nutrientes como nitratos, fosfatos, sulfatos, etc., necesarios para el crecimiento de las plantas; incrementa el intercambio catiónico de 5 a 10 veces más que la arcilla; puede soportar cambios rápidos en la acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y resistir los efectos de pesticidas y metales pesados; neutralizan los procesos de erosión provocados por el agua y el viento; protegen y brindan alimento a las lombrices de tierra y a las bacterias fijadoras de nitrógeno; suprimen la variación de temperatura en la superficie del suelo; reducen la formación de costras en el suelo; a medida que los residuos orgánicos se descomponen, estos proporcionan pequeñas cantidades de elementos metabólicos a las plantas; disminuyen la densidad aparente del suelo, incrementando la capacidad de infiltración y retención de agua del suelo, además mejoran la condición física del suelo al formar agregados.

2.7. Estado del arte

Agila y Enríquez (1999) después de realizar un análisis de suelo concluyeron que aplicar bokashi en cultivos de brócoli, incrementa la fertilidad del suelo aportando nitrógeno y fósforo. La incorporación de bacterias eficientes incrementa el nitrógeno total, niveles de potasio, fósforo y calcio.

Ramírez (2004) evaluó el efecto de los abonos orgánicos tipo bokashi sobre las propiedades físicas de suelos degradados del Municipio de Marinilla en Antioquia; para los tratamientos se mezcló diferentes cantidades de bokashi en suelos degradados, las cantidades por tratamiento fueron T1 300g, T2 250g, T3 200g, T4 100g y T5 0g. En la investigación se evaluó la densidad aparente, densidad real y estabilidad estructural. Los resultados indican que

la adición de fertilizantes orgánicos tipo Bokashi en suelo degradados cambia la densidad aparente, la densidad real y la estabilidad estructural. La densidad aparente fue más baja en los tratamientos 3 y 4, lo que indica una mejora en el espacio poroso del suelo, este contribuye a la retención de agua y al desarrollo de sistema radicular de las plantas. En los tratamientos de 1 y 3, se redujo la densidad real del suelo. Mientras que los tratamientos 2 y 3 mostraron mayor estabilidad estructural además se evidencio un menor valor del delta de inestabilidad y un mayor estado de agregación.

Olivera (1998), en su investigación sobre el uso de la materia orgánica del suelo en las plantaciones de cítricos, menciona que cuando el ser humano aplica abonos orgánicos, la concentración de iones en el suelo cambia naturalmente para incrementar el rendimiento de los cultivos. La aplicación de abonos orgánicos es milenaria. Sin embargo, su uso fue reemplazado por fertilizantes químicos para producir para producir mayores cosechas a menor costo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se ejecutó en el vivero Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo - COPAIN, ubicado a 1,5 km de la localidad de Tingo María, Provincia de Leoncio Prado en la región Huánuco, cuyas coordenadas son coordenadas:

Latitud Sur : 09° 09'09"

Longitud Oeste : 75° 57'00"

Altitud : 660 msnm.

El tiempo de ejecución del presente experimento estuvo comprendido entre los meses de febrero hasta Julio del 2010.

3.2. Materiales, insumos y equipos

- Lampa
- Machete
- Carretilla
- Malla
- Mochila fumigadora
- Cuaderno de notas
- Cinta métrica
- Vernier
- Bolsas de polietileno de 7 x 10 x 2
- Bokashi
- Tierra agrícola
- Semillas de cacao (Hibrido, IMC-67)

3.3. Componentes en estudio

- **Factor (A) = Cultivares de cacao**
 - (a₁) = Clon IMC – 67
 - (a₂) = Cacao hibrido
- **Factor (B) = Proporciones de bokashi**
 - b₁ = 10%
 - b₂ = 25%
 - b₃ = 50
 - b₄ = 75%

3.4. Tratamientos en estudio

La tabla 3 muestra las descripciones de todos los tratamientos evaluados en los estudios.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamiento	Descripción	Preparación (Bokashi: tierra)
T ₁	a ₁ b ₁	IMC-67 + 10% de Bokashi	1:9
T ₂	a ₁ b ₂	IMC-67 + 25% de Bokashi	3:1
T ₃	a ₁ b ₃	IMC-67 + 50% de Bokashi	1:1
T ₄	a ₁ b ₄	IMC-67 + 75% de Bokashi	3:1
T ₅	a ₂ b ₁	Híbrido + 10% de Bokashi	1:9
T ₆	a ₂ b ₂	Híbrido + 25% de Bokashi	3:1
T ₇	a ₂ b ₃	Híbrido + 50% de Bokashi	1:1
T ₈	a ₂ b ₄	Híbrido + 75% de Bokashi	3:1
T ₉	Testigo	IMC-67 + Suelo Fco Aro	0:10
T ₁₀	Testigo	Hibrido + Suelo Fco Aro	0:10

* El suelo (Franco Arenoso) para el sustrato fue adquirido del vivero VILLACOOOP.

3.5. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2A x 4B más dos testigos adicionales con 4 repeticiones como se describe a continuación en el modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ijk} : Esta es la respuesta que se obtiene en la k-ésima observación, en la cual se utilizó el i-ésimo cultivar de cacao con la j-ésima proporción de bokashi.
- $(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción entre el i-ésimo del cultivar con la j-ésima proporción de bokashi.
- μ : Efecto de la media general
- α_i : Efecto de la i-ésimo cultivar de cacao
- β_j : Efecto de la j-ésima proporción de bokashi.

ε_{ijk} : Es el efecto aleatorio del error experimental, obtenida en la k-ésima observación, a la cual se le aplicó la i-ésimo cultivar de cacao, con la j-ésima proporción de bokashi.

Para:

I : 1,2 cultivares de cacao.
 j : 1,2 ,3 y 4 proporciones de bokashi.
 k : 1,2 ,3.....4 observaciones.

3.5.1. Análisis de variancia

Tabla 4. Esquema del análisis de variancia (ANVA).

Fuente de variación	GL
Tratamientos	9
Factorial	7
A (cultivar de cacao)	1
B (Proporción de bokashi)	3
AxB	3
Testigo	1
Factorial vs Testigo	1
Error experimental	30
Total	39

3.6. Características del campo experimental

El campo donde se desarrolla el presente experimento tiene las siguientes características:

- Largo : 9,50 m
- Ancho : 9,00 m
- Área total : 85,5 m

3.7. Metodología

3.7.1. Recolección de insumos para la preparación del bokashi

Con la orientación de los especialistas en la producción de abonos orgánicos de la Cooperativa Industrial Naranjillo, se recolectaron los insumos para la preparación del bokashi. Se efectuó el recorrido minucioso de las áreas de los suelos de bosque para la extracción del sustrato, observando las características que las distinguen como tal. La colección de los demás insumos se realizó siguiendo las medidas ya establecidas por la Cooperativa Industrial Naranjillo.

3.7.1.1. Insumos para la elaboración

Los insumos que se emplearon para la elaboración del presente trabajo de investigación están conformado por 5 sacos de gallinaza, 5 sacos de cascarilla de arroz, 2 sacos de carbón, 2 galones de melaza de caña, 5 sacos de tierra negra. 4 galones de agua y 5 litros de microorganismos eficientes

3.7.1.2. Procedimiento

Para la elaboración del bokashi fue necesario que la superficie del lugar o área de preparación sea plana y protegido de la acción del sol y la lluvia. Seguidamente los ingredientes fueron colocados en capas, para después revolverlos hasta homogenizar la mezcla, iniciando los trabajos de esta manera.

Las capas de los ingredientes tuvieron el siguiente orden: cascarilla de arroz, gallinaza, carbón, M.E., tierra negra y melaza disuelta. Se repitió este proceso hasta culminar con el uso de toda la cantidad de insumos adquiridos.

La melaza fue disuelta en agua y posteriormente fue aplicado a la mezcla de manera uniforme hasta humedecerlo. Una vez lista la mezcla se realizó la prueba del puño y determinar el punto óptimo de humedad, para ello se tomó un puñado de la mezcla y presiono, formándose un churrito que se desmoronó rápidamente y al soltarlo dejó la mano húmeda. Posteriormente se extendió la mezcla formando un rectángulo con una altura de 60 cm y se cubrió con costales. Con el fin de evitar que la temperatura se incremente a 50°C durante los primeros 5 días se realizó dos vueltas a la mezcla, uno durante la mañana y por la noche. La altura de la pila se fue reduciendo paulatinamente hasta alcanzar los 20 cm en el octavo día, ya que a partir del 6° día solo se realizó una vuelta por la tarde o por la mañana.

El bokashi quedó listo 30 días después del inicio de la mezcla, cuando alcanza la temperatura ambiente, es de color gris, aspecto pulverulento, de consistencia suelta, seco y sin olor desagradable.

Tabla 5. Análisis nutricional del bokashi producido.

Característica	Cantidad
M.O	95,19%
Ceniza	4,81%
Nitrógeno	2,48%
Fósforo	0,79%
Potasio	0,10%
Magnesio	0,04%
Calcio	0,30%
Hierro	427,85 ppm
Manganeso	224,03 ppm
Zinc	58,33 ppm
Cobre	27,03 ppm

Fuente: Laboratorio de Suelos, UNAS (2010).

3.7.2. Labores previas para la conducción del experimento

3.7.2.1. Llenado en bolsas

El sustrato utilizado fue proporcionado por el vivero agrícola de VILLACOOOP (tierra agrícola - franco arenoso); para el llenado de las bolsas, previamente se realizó la mezcla del suelo más el bokashi en 4 proporciones (10, 25, 50 y 75%) llenando un total de 500 bolsas, y posteriormente fueron acomodados en el área demarcada en el vivero.

3.7.2.2. Pre germinado de semillas

Para realizar el pre germinado de todas las semillas de cacao, se utilizaron como sustrato al aserrín, en donde se colocaron las semillas, luego fueron regadas con la cantidad de agua necesaria que garantice la humedad de las semillas dentro del aserrín, permaneciendo en el germinador hasta que emitieron la radícula (3 días) y todas estas semillas germinadas fueron sembradas en las bolsas con los sustratos de evaluación.

3.7.2.3. Siembra de las semillas

Las semillas híbridas fueron adquiridas del sector de Los Milagros por intermedio de la Cooperativa Naranjillo, pertenecientes al Sr. Tolentino Vélez Díaz y las semillas de IMC 67 fueron provenientes del Banco de germoplasma de cacao de la UNAS. Se recolectaron mazorcas maduras con características de sanidad y buen tamaño, además de provenir de plantas que tengan más de 5 años de producción. Las bolsas con sustratos

fueron regadas oportunamente de forma homogénea para todos los tratamientos, hasta llegar a su capacidad de campo.

La siembra de semillas pregerminadas se realiza colocando las semillas de cacao (verticalmente) en cada bolsa (radícula hacia abajo), todo el mismo día, para regular el crecimiento y desarrollo de las plantas y así evaluarlas mejor.

3.7.2.4. Riego

Se realizaron de manera periódica de acuerdo a la necesidad hídrica y temperatura del medio para tratar de mantener la humedad adecuada en el sustrato, propiciando todas las condiciones favorables para su normal desarrollo.

3.8. Características o variables a evaluar

3.8.1. Altura de la planta

La altura de planta del cacao se determinó desde el ras del suelo hasta el ápice vegetativo de la planta. En total se evaluaron 50 plantas por cada tratamiento experimental. Dicha actividad fue realizada cada 15 días por un tiempo de cuatro meses; para ello se confecciono cuadros de evaluación para registrar el crecimiento en altura de los plántones de cacao en donde se indicaba dicho parámetro al final del experimento.

3.8.2. Número de hojas

Cada 30 días se realizó el conteo de hojas de cada planta de cacao evaluada para calcular el número total de hojas presentes y formadas por planta. Dicha actividad se efectuó en el mismo número de plantas evaluadas para el parámetro anterior. La evaluación se realizó hasta la culminación del trabajo experimental.

3.8.3. Diámetro del tallo de la planta

Para la determinación del diámetro del tallo se empleó un vernier milimetrado digital, tomando las medidas a la altura de la cicatriz cotiledonal con 40 plantas evaluadas en forma mensual por un periodo de 4 meses.

3.8.4. Longitud de raíces

La medición de las raíces se realizó utilizando una regla graduada y al final del experimento. Las medidas fueron tomadas desde la inserción de las raíces con el esqueje central hasta la parte terminal o ápices más largos de las raíces.

3.8.5. Volumen de raíces de la planta

Para la determinación del volumen radicular del cacao se abrieron cuidadosamente las bolsas de polietileno en recipientes plásticos con agua, tratando de no dañar o romper la raíz; el suelo fue desmenuzado lentamente con ayuda de las manos, y una vez liberada la raíz se enjuaga con agua limpia para tener una mejor observación.

Dicho volumen fue determinado en el laboratorio de suelos de la UNAS con la ayuda de una probeta graduada, calculando el volumen por el desplazamiento del agua, originada por la sumersión de las raíces en la probeta. Este parámetro se determinó a los 4 meses de ejecución.

3.8.6. Área foliar de la planta

El área foliar se determinó dibujando las hojas en papeles milimetrados para luego contabilizar el área foliar y determinarlo en cm².

3.8.7. Análisis de rentabilidad

Para evaluar la rentabilidad de los diferentes tratamientos en el experimento se utilizó el método de “análisis comparativo de ingresos y costos de producción”. Entre ellos, el índice de beneficio (B/C) para cada tratamiento se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

El ingreso bruto para todos los tratamientos se determinó multiplicando el número de plantas producidas para 1 hectárea por el precio de cada planta. Para determinar los costos de producción se proyectó a 1 ha, debido a las diferencias en la cantidad de materia orgánica y el uso de la tierra y el tipo de materia orgánica.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta

En la Tabla 6, podemos ver el ANOVA para la variable altura de planta de cacao, donde se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para los tratamientos, factor A (variedad de cacao), la interacción A*B y la factorial vs el testigo. Sin embargo, no se encontró diferencia estadística significativa para la factorial B (proporción de bokashi) y los testigos (IMC-67 e híbrido sembrado solo en Suelo Fco Aro sin bokashi). También podemos ver que el coeficiente de variabilidad fue de 2.44%, lo que indica excelente homogeneidad en la respuesta experimental del cacao.

Tabla 6. Análisis de variancia para la altura de planta de cacao.

Fuente de variación	GL	CM	
Tratamientos	9	33,738	AS
Factorial	7	20,022	AS
A (cultivar de cacao)	1	2,137	NS
B (Proporción de bokashi)	3	33,003	AS
A* B	3	13,003	AS
Testigo	1	163,196	NS
Factorial vs Testigo	1	0,289	AS
Error experimental	30	0,772	
Total	39	266,160	

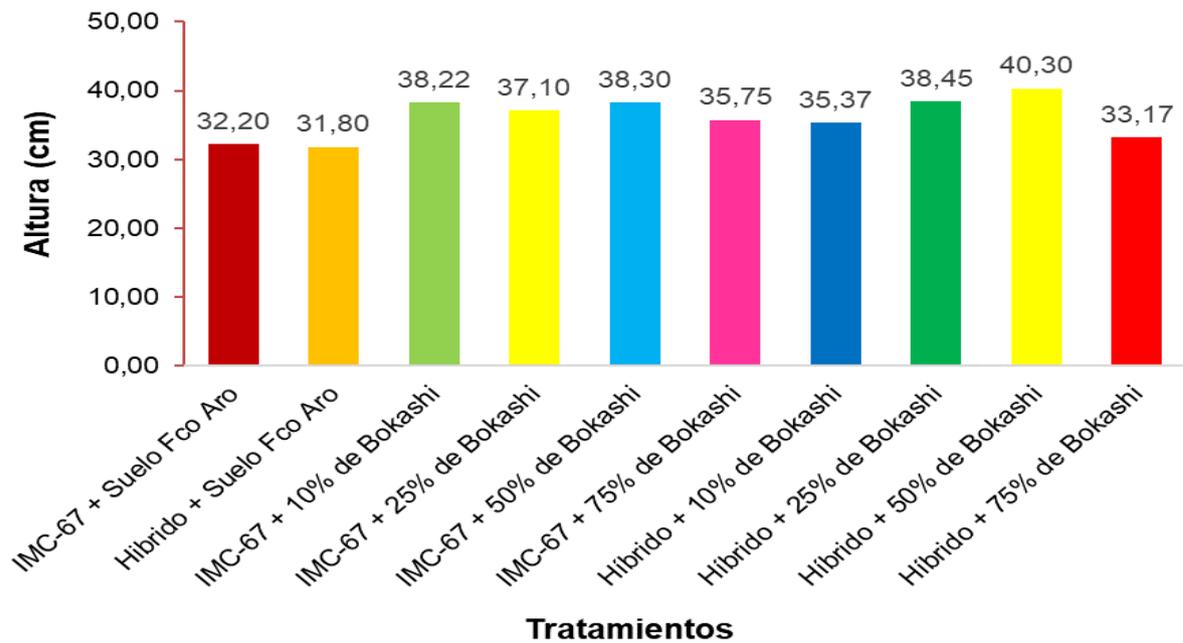
CV: 2.44% AS: Existe Significancia estadística al 0.01% de probabilidad NS: No significativo

La Tabla 7 muestra la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el tratamiento y dos testigos adicionales, donde se puede ver que existe diferencia estadística entre los tratamientos, siendo a2b3 (híbrido + 50% de bokashi) el que mostró tener la mayor altura con 40,30 cm. También se puede ver que los testigos mostraron un comportamiento inferior al resto de los tratamientos; a excepción del tratamiento a2b4 (híbrido + 75% de Bokashi), con el que no se encontró diferencia estadística, pero si una diferencia numérica, ya que obtuvo 33,17 cm, mientras que el IMC-67 + Suelo Fco Aro alcanzó 32.20 cm y el híbrido + Suelo Fco Aro 31,80 cm en altura de planta (Figura 1).

Tabla 7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la altura de planta de cacao de los tratamientos.

Clave	Descripción	Altura de planta (cm)	
		Promedio	Sig.
T ₇ (a ₂ b ₃)	Híbrido + 50% de Bokashi	40,30	a
T ₆ (a ₂ b ₂)	Híbrido + 25% de Bokashi	38,45	b
T ₃ (a ₁ b ₃)	IMC-67 + 50% de Bokashi	38,30	b
T ₁ (a ₁ b ₁)	IMC-67 + 10% de Bokashi	38,22	b
T ₂ (a ₁ b ₂)	IMC-67 + 25% de Bokashi	37,10	b
T ₄ (a ₁ b ₄)	IMC-67 + 75% de Bokashi	35,75	c
T ₅ (a ₂ b ₁)	Híbrido + 10% de Bokashi	35,37	c
T ₈ (a ₂ b ₄)	Híbrido + 75% de Bokashi	33,17	d
Testigo ₁	IMC-67 + Suelo Fco Aro	32,20	d
Testigo ₂	Hibrido + Suelo Fco Aro	31,80	d

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística

**Figura 1.** Comportamiento de la altura de planta de cacao en los tratamientos.

Los cultivares de cacao clon IMC-67 e híbrido mostraron efectos variados, posiblemente debido al tipo de material genético que presenta cada uno de los cultivares de cacao, afectado o influenciado por la proporción de bokashi a los que fueron suministrados, que posiblemente originaron un comportamiento desigual, ya que con el incremento en la aplicación de bokashi mejora las propiedades físicas del suelo e incrementa su fertilidad, aportando

nitrógeno y fósforo tal como lo mencionan Agila y Enríquez (1999) y Ramírez (2004) y que concuerda con lo reportado anteriormente con Freeman (1990) quien menciona que en el proceso de mineralización de la materia orgánica, aumenta la presencia de los fertilizantes en el suelo, haciendo disponible los nutrientes para ayudar a la absorción de la planta. Si bien es cierto que el bokashi no es un fertilizante por ley, ya que no reemplazan a los fertilizantes químicos, si no que los mejoran, aunque para Saenz (1987) al tener la cantidad de bokashi adecuado presente en el suelo, la necesidad de aplicaciones de fertilizante N- P-K es reducida, ya que es un producto estable, que puede tener efecto hasta por un quinquenio.

Freeman (1990), manifiesta que la materia orgánica, en este caso el bokashi, juega un rol muy importante en la fertilidad del suelo y nutrición para las plantas; cuando éstas que crecen en suelos que contienen cantidades adecuadas de materia orgánica, sufren menos estrés, son más saludables y producen mejores rendimientos; tal como se observó en el presente experimento, donde los plántones de cacao mostraron un buen porte, sin deficiencia de nutrientes y muy vigorosos, esto posiblemente, gracias al aporte de bacterias al suelo que da el bokashi, estos microorganismos juegan un papel importante en el proceso de nutrición de las plantas, por lo que cualquier tratamiento que aumente el contenido de microorganismos en el suelo incrementa la productividad (Humuverd, 1988).

La Tabla 8 muestra el ANOVA para el efecto simple del cultivar de cacao (A) y la proporción de bokashi (B) de la variable altura de la planta de cacao, donde se encontró que todos los efectos eran estadísticamente significativos. No se encontró alta significancia para bokashi (b₂) al 25%, excepto por el factor de variedad de cacao.

Tabla 8. Análisis de variancia de los efectos simples para altura de planta de cacao.

Fuente de variación	GL	CM	
Cultivar en 10% de bokashi (A en b ₁)	1	16,188	AS
Cultivar en 25% de bokashi (A en b ₂)	1	3,672	S
Cultivar en 50% de bokashi (A en b ₃)	1	8,000	AS
Cultivar en 75% de bokashi (A en b ₄)	1	13,287	AS
Proporción de bokashi con IMC-67 (B en a ₁)	3	5,716	AS
Proporción de bokashi con Híbrido (B en a ₂)	3	40,290	AS
Error experimental	30	0,772	

S: Existe Significancia estadística al 0,05% de probabilidad AS: Existe Significancia estadística al 0,01% de probabilidad

La Tabla 9 muestra la prueba de Duncan para los efectos simples de la variedad de cacao con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$; clon IMC-67 (a1) e híbrido cacao (a2) en la variable altura promedio de planta, se encontraron diferencias estadísticas significativas para todos los efectos simples. En la proporción de bokashi de 10% (b1) y 75% (b4), se observó que el clon IMC-67 (a1) presentó mayor altura de planta en promedios (38,22 y 35,75 cm respectivamente), comparado al cacao híbrido (a2) (35,37 y 33,17 cm respectivamente), además cuando se utilizó la proporción de bokashi de 25% (b2) y 50% (b3) el híbrido de cacao mostró mayor altura de planta con 38,45 y 40,30 cm.

Tabla 9. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el efecto simple del factor de cultivar de cacao (A) en cada proporción de bokashi (B) para la altura de planta de cacao.

Efecto simple	Cultivar de cacao (A)	Altura de planta (cm)	
		Prom.	Sig.
10% de bokashi (b ₁)			
	IMC-67 (a ₁)	38,22	a
	Híbrido (a ₂)	35,37	b
25% de bokashi (b ₂)			
	Híbrido (a ₂)	38,45	a
	IMC-67 (a ₁)	37,10	b
50% de bokashi (b ₃)			
	Híbrido (a ₂)	40,30	a
	IMC-67 (a ₁)	38,30	b
75% de bokashi (b ₄)			
	IMC-67 (a ₁)	35,75	a
	Híbrido (a ₂)	33,17	b

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

Los efectos simples nos muestran una respuesta variada de los cultivares de cacao frente a la influencia del bokashi usado en el sustrato, supuestamente esta diferencia se podría dar debido, a que según Wood (1982) los genotipos de cacao influyen en el desarrollo de la planta, demostrando diferentes respuestas frente al mismo estímulo. Según el tabla 9, el IMC-67 obtiene mayor altura que el cacao híbrido en concentraciones bajas (10%) y altas (75%) de bokashi, mientras que el cacao híbrido muestra sus mejores respuestas en concentraciones medias (25% y 50%), lamentablemente no se pudo encontrar reporte que ratifique esta idea.

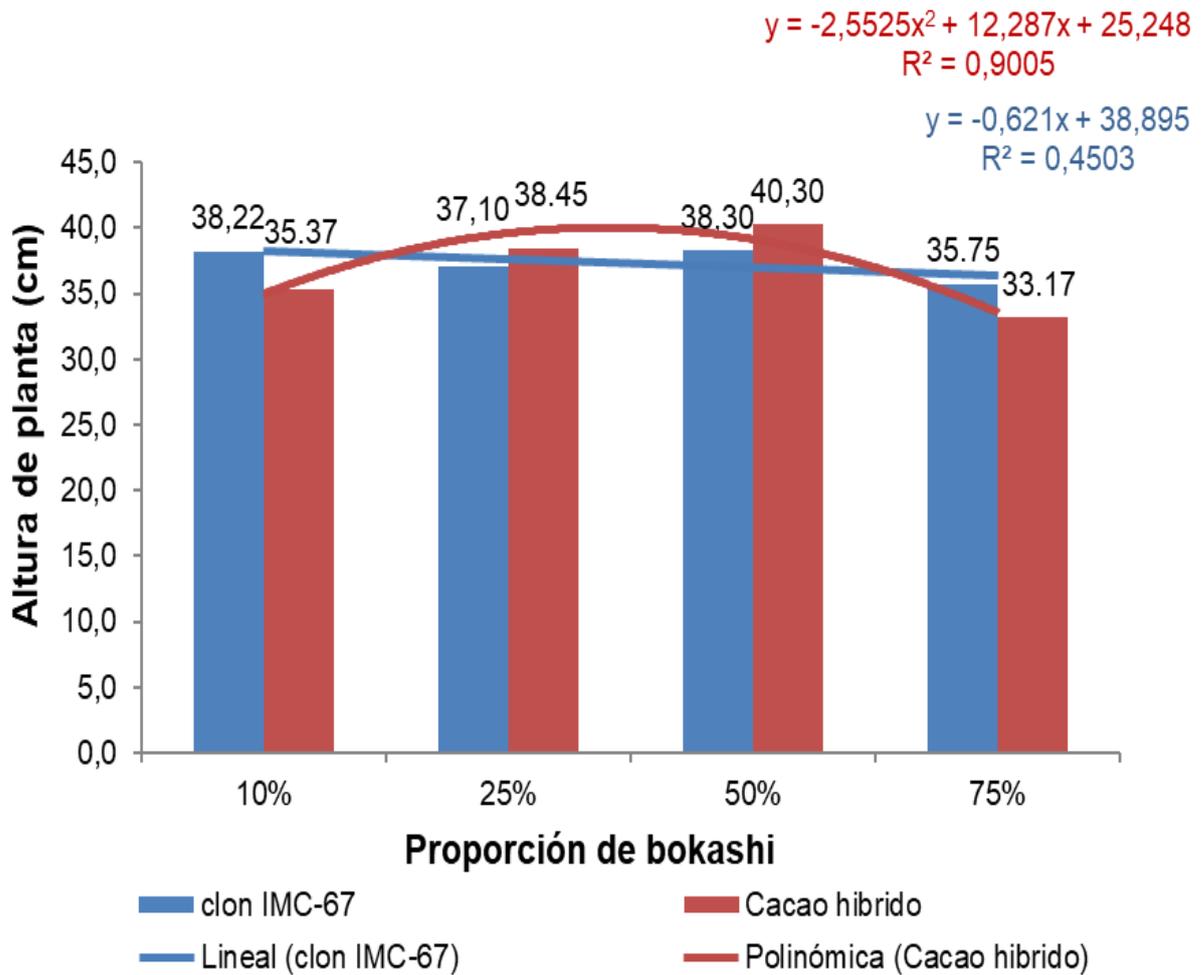


Figura 2. Altura de planta de cacao en las proporciones de bokashi.

En la Figura 2 podemos ver la tendencia lineal negativa ($y = -0,621x + 38,895$) en el efecto de las proporciones de bokashi en la altura de planta de cacao IMC-67 con un $R^2 = 0,4503$, esto indica que a medida que se aumente la proporción de bokashi, la altura de planta decrecer proporcional. Para el híbrido de cacao, se puede ver una curva de tendencia cuadrática $y = -2,5525x^2 + 12,287x + 25,248$ ($R^2 = 0,9005$) para el efecto de las proporciones de bokashi en la variable altura de plantas. Esta curva nos indica que hay un incremento de altura por efecto de las proporciones de bokashi, hasta que el híbrido alcanza una altura de 40,007 m, que sería la máxima altura a alcanzar, a partir de este nivel la altura empieza a decrecer.

En la Tabla 10 se muestra la prueba de Duncan al nivel $\alpha = 0,05$ para el efecto simple en la altura de plantas de cacao, de las proporciones de bokashi 10%, 25%, 50% y 75%, en cada uno de los cultivares de cacao. En el clon ICM-67 (a1), la proporción de 50% (b3) tuvo una altura de 38,30 cm, siendo superior numéricamente al resto, pero encontrando solo diferencia estadística con la proporción de 75%(b4) que solo alcanzó 35,75 cm de altura. En el

hibrido de cacao (a2) se encontró diferencia estadística entre todas las proporciones de bokashi siendo la proporción de 50% (b3) la que mostró la mayor altura con 40,30 cm, mientras que la proporción al 75% de bokashi (b4) obtuvo la menor altura, alcanzando solo 33,17 cm.

Tabla 10. Prueba de Duncan al nivel $\alpha=0,05$ de los efectos simples de la factorial proporción de bokashi (B) en cada cultivar de cacao (A), para la altura de planta de cacao.

Efecto simple	Proporción de bokashi (B)	Altura de planta (cm)	
		Prom.	Sig.
IMC-67 (a ₁)			
	50% de bokashi (b ₃)	38,30	a
	10% de bokashi (b ₁)	38,22	a
	25% de bokashi (b ₂)	37,10	a b
	75% de bokashi (b ₄)	35,75	b
Hibrido (a ₂)			
	50% de bokashi (b ₃)	40,30	a
	25% de bokashi (b ₂)	38,45	b
	10% de bokashi (b ₁)	35,37	c
	75% de bokashi (b ₄)	33,17	d

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

Las proporciones de bokashi, presentaron comportamientos similares en los dos cultivar de cacao (IMC-67 e hibrido), donde se observó que la proporción de bokashi al 50% (b3) tuvo mayor efecto respecto a las otras proporciones, en ambos cultivares, estos resultados coinciden con lo reportado por Huamancayo (2011) en su trabajo experimental, quien al utilizar la relación suelo/bokashi de 1:1 (50%) en un trabajo realizado en Naranjillo, encontró la mayor altura de planta de cacao CCN-51 con 35,98 cm. Asimismo la proporción de bokashi de 75% (b4) presentó el menor efecto en ambos cultivares, coincidiendo con lo mencionado por Restrepo (2001), quien considerando que la adición de altas cantidades de abono al sustrato puede tener un efecto negativo en las plantas, en el presente trabajo se dio algunas muertes de las plántulas supuestamente debido a estas adversidades.

4.2. Diámetro del tallo

En la Tabla 11 se muestra el ANOVA para la variable diámetro de tallo de cacao, donde se reportó diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y factoriales B (Proporción de bokashi), A*B y la factorial vs testigo, a excepción de los efectos principales de cultivares de cacao (A) y los testigos. Esto nos indica que al menos uno de los cultivares de cacao sembrada en una proporción de bokashi mostró un comportamiento diferente al resto de los tratamientos. Asimismo, el coeficiente de variabilidad obtenida fue 2,18% indicando una excelente homogeneidad de los resultados experimentales de los diferentes tratamientos.

Tabla 11. Análisis de variancia para el diámetro de tallo de cacao.

Fuente de variación	GL	CM.	
Tratamientos	9	0,009	AS
Factorial	7	0,007	AS
A (cultivar de cacao)	1	0,001	NS
B (Proporción de bokashi)	3	0,010	AS
A*B	3	0,007	AS
Testigo	1	0,031	NS
Factorial vs Testigo	1	0,001	AS
Error experimental	30	0,001	
Total	39	0,067	

C.V.: 2,18% AS: Existe Significancia estadística al 0,01% de probabilidad NS: No significativo

En la tabla 12 se muestra los resultados de la prueba Duncan a un nivel $\alpha = 0,005$ (5%) para el diámetro de tallo de la planta de cacao en los tratamientos y los testigos adicionales, donde se encontró que los tratamientos a2b3 (híbrido + 50% de bokashi) con 0,76 cm de diámetro y a1b1 (IMC-67 + 10% de bokashi) con 0,75 cm de diámetro, fueron superiores estadísticamente al resto de tratamientos (Figura 3), además se puede observar que los testigos (Híbrido + Suelo Fco Aro y IMC-67 + Suelo Fco Aro) mostraron diámetros inferior y a los otros tratamientos a excepción del tratamiento a2b4 (híbrido + 75% de bokashi) con el que tienen comportamientos estadísticamente similares, siendo solo superiores numéricamente a este tratamiento.

Tabla 12. Prueba de Duncan a un nivel de $\alpha = 0,05$ para el diámetro de tallo de plantas de cacao por tratamientos.

Clave	Descripción	Diámetro de tallo (cm)	
		Promedio	Sig.
T ₇ (a ₂ b ₃)	Híbrido + 50% de Bokashi	0,76	a
T ₁ (a ₁ b ₁)	IMC-67 + 10% de Bokashi	0,75	a b
T ₆ (a ₂ b ₂)	Híbrido + 25% de Bokashi	0,74	b c
T ₅ (a ₂ b ₁)	Híbrido + 10% de Bokashi	0,72	c
T ₃ (a ₁ b ₃)	IMC-67 + 50% de Bokashi	0,72	c
T ₄ (a ₁ b ₄)	IMC-67 + 75% de Bokashi	0,69	d
T ₂ (a ₁ b ₂)	IMC-67 + 25% de Bokashi	0,69	d
Testigo ₂	Híbrido + Suelo Fco Aro	0,65	e
Testigo ₁	IMC-67 + Suelo Fco Aro	0,64	e
T ₈ (a ₂ b ₄)	Híbrido + 75% de Bokashi	0,63	e

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

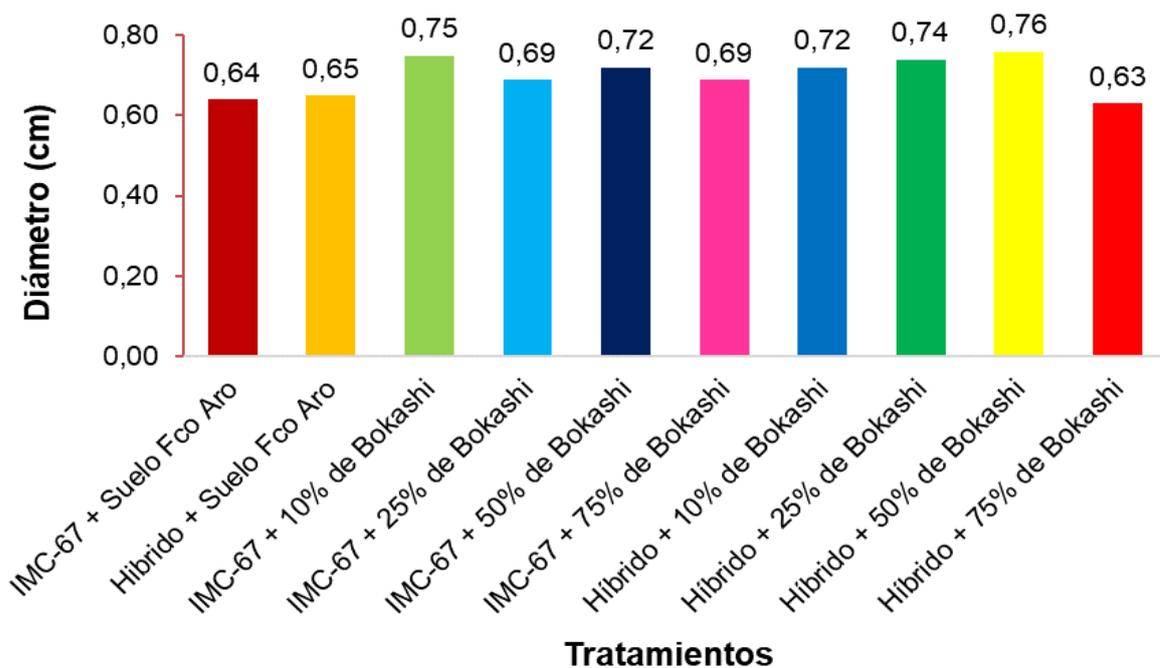


Figura 3. Comportamiento del diámetro de tallo de cacao en los tratamientos.

Las respuestas obtenidas, muestran que los cultivares de cacao (A) y las proporciones de bokashi (B) exhiben una interacción muy significativa en el diámetro de tallo, donde la influencia del bokashi, está en función de las características propias del IMC-67 y el

cacao híbrido, quienes manifiestan su potencial genético, cuando se encuentra en las condiciones adecuadas de nutrición. El diámetro del tallo es una variable que determina la robustez de los plantones y se considera como un indicador para el crecimiento, desarrollo y supervivencia de los plantones una vez instalados en campo definitivo (Thompson, 1998). Con respecto a los resultados alcanzado se podría ratificar lo mencionado por Akuhna (1978) y Saenz (1987), quienes indican que con la aplicación de cualquier tipo de materia orgánica se logran plantas de excelente calidad con un diámetro de tallo ideal para la injertación y muy uniformes. Estos resultados son similares a lo encontrado por Huamancayo (2011), en un trabajo realizado en Naranjillo, quien al utilizar la relación suelo/bokashi de 1:1 (50%) El diámetro de tallo del cacao CCN-51 fue mayor con 0,74 cm.

En la tabla 13 se muestra el ANOVA de los efectos simples de los factores cultivares de cacao (A) y proporción de bokashi (B), en la variable diámetro de tallo, donde se puede apreciar la existencia de diferencias estadísticamente significativas y altamente significativas entre los dos cultivares de cacao (Híbrido y IMC-67) cuando fueron sometidos a la influencia de las diferentes proporciones de bokashi en el experimento.

Tabla 13. Análisis de variancia de los efectos simples para el diámetro de tallo de cacao.

Fuente de variación	GL	CM	
Cultivar en 10% de bokashi (A en b ₁)	1	0,0015	S
Cultivar en 25% de bokashi (A en b ₂)	1	0,0050	AS
Cultivar en 50% de bokashi (A en b ₃)	1	0,0045	AS
Cultivar en 75% de bokashi (A en b ₄)	1	0,0091	AS
Proporción de bokashi con IMC-67 (B en a ₁)	3	0,0029	AS
Proporción de bokashi con Híbrido (B en a ₂)	3	0,0142	AS
Error experimental	30	0,0002	

S: Existe Significancia estadística al 0,05% de probabilidad AS: Existe Significancia estadística al 0,01% de probabilidad

En la tabla 14, se puede ver la prueba Duncan a un nivel de $\alpha= 0,05$ para los efectos simples la variable diámetro del tallo, de los cultivares de cacao; clon IMC-67 (a₁) y el cacao híbrido (a₂) en las proporciones de bokashi, donde se encontró superioridad estadística de un efecto simple sobre el otro, a excepción del efecto simple donde se utilizó 10% de bokashi en el que ambos cultivares tuvieron comportaron similar estadísticamente. En la proporción de bokashi de 75% (b₄), se observó que fue el IMC-67 (a₁) con 0,69 cm, quien presentó un

diámetro de tallo superior al del cacao híbrido (a₂), que solo alcanzó 0,63 cm, marcando una diferencia a los otros efectos simple donde el cacao híbrido fue quien tiene el mayor diámetro.

Tabla 14. Prueba de Duncan a un nivel de $\alpha=0,05$ de los efectos simples de la factorial de cultivar de cacao (A) en cada proporción de bokashi (B) para el diámetro de planta de cacao.

Efecto simple	Cultivar de cacao (A)	Diámetro de tallo (cm)	
		Prom.	Sig.
10% de bokashi (b ₁)			
	Hibrido (a ₂)	0,75	a
	IMC-67 (a ₁)	0,72	a
25% de bokashi (b ₂)			
	Hibrido (a ₂)	0,74	a
	IMC-67 (a ₁)	0,69	b
50% de bokashi (b ₃)			
	Hibrido (a ₂)	0,76	a
	IMC-67 (a ₁)	0,72	b
75% de bokashi (b ₄)			
	IMC-67 (a ₁)	0,69	a
	Hibrido (a ₂)	0,63	b

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

Los efectos simples nos muestran que el cacao híbrido tuvo una ligera superioridad en el grosor de tallo, al usar 10, 25, y 50% de bokashi en el sustrato, mientras que en un concentración de 75% fue el clon IMC-67 el que tuvo mayor diámetro, señalándonos con esto, que es este cultivar el que tienes mayor tolerancia, que el cacao híbrido, a los efectos adversos de las concentraciones altas del bokashi (Restrepo, 2001), ya que esta misma respuesta se vio en el parámetro altura de planta (tabla 9), donde en este mismo porcentaje de bokashi (75%) el IMC-67 supera al cacao híbrido.

En la Figura 4, podemos ver la línea de tendencia negativa ($y = -0,006x + 0,72$) que tiene el IMC-67 en las proporciones de bokashi, además podemos ver que $R^2 = 0,2$. Esto nos quiere indicar que a medida que se aumente la proporción de bokashi el diámetro de tallo del IMC-67 se va reduciendo. Para el caso del híbrido de cacao, se tiene una curva de tendencia

$y = -0,03x^2 + 0,116x + 0,655$ y el $R^2 = 0,8527$, en este caso el diámetro de tallo del híbrido de cacao va aumentando cuando la proporción de bokashi se va incrementando, hasta cierto punto, es decir hasta llegar a un umbral o punto máximo de la curva (vértice), luego de este podemos apreciar que el diámetro se va reduciendo; así mismo, podemos indicar que los efectos de los dos cultivares de cacao, (IMC-67 e híbrido) presentan comportamientos diferentes en cada proporción de bokashi.

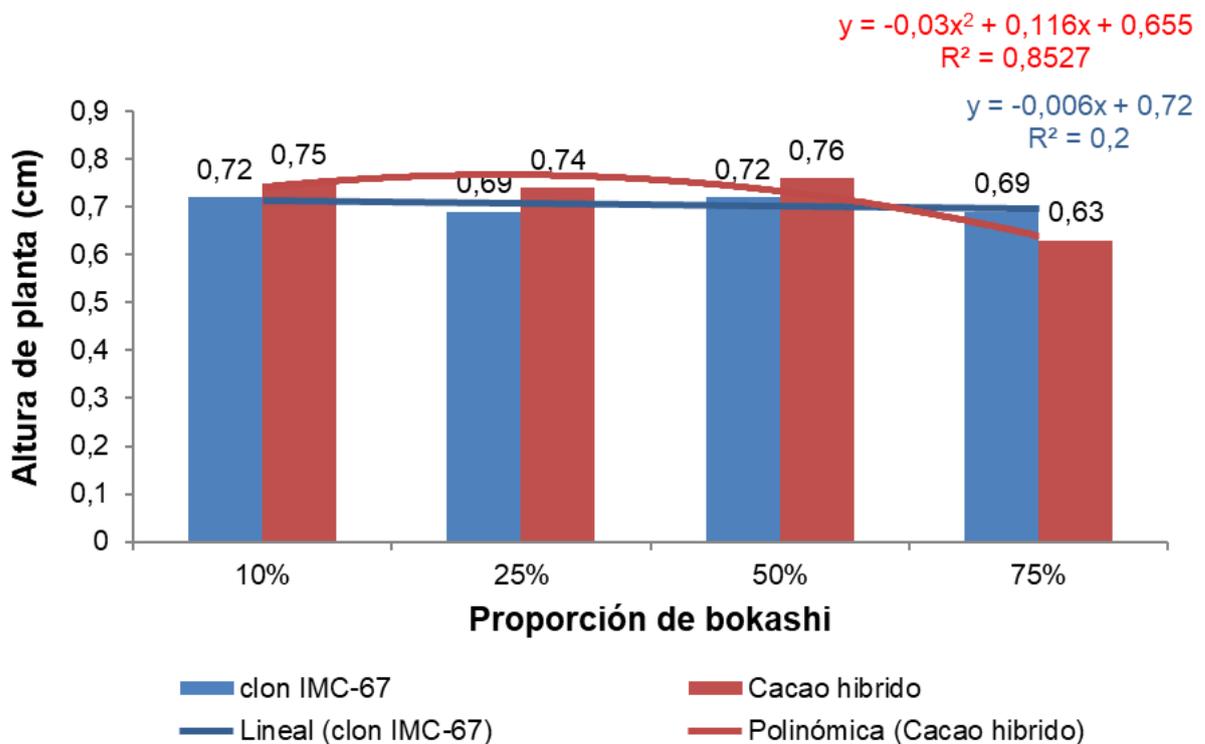


Figura 4. Diámetro de tallo de cacao en las proporciones de bokashi.

En la tabla 15, se presentan los resultados de la prueba Duncan a un nivel de $\alpha = 0,05$ para los efectos simples de los cultivares de cacao en las cuatro proporción de bokashi 10% (b1), 25% (b2), 50% (b3) y 75% (b4), para la variable diámetro de tallo, donde se puede ver que en el IMC-67 existe diferencia estadística, siendo la proporción de 10% de bokashi (b1) la que mostró ser superior al resto, obteniendo 0,75 cm de diámetro en promedio, mientras que en el cacao híbrido, la proporción de 50% de bokashi (b3) mostró ser superior a las demás proporción, al obtener 0,76 cm de diámetro en promedio, asimismo se puede notar que para el híbrido de cacao la mayor proporción de bokashi (75% de bokashi) tuvo el menor promedio de diámetro de tallo, obteniendo solo 0,63 cm.

Tabla 15. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) de los efectos simples de la factorial proporción de bokashi (B) en cada cultivar de cacao (A) para el diámetro de planta de cacao.

Efecto simple	Proporción de bokashi (B)	Diámetro de tallo (cm)	
		Prom.	Sig.
IMC-67 (a ₁)			
	10% de bokashi (b ₁)	0,75	a
	50% de bokashi (b ₃)	0,72	b
	75% de bokashi (b ₄)	0,69	b c
	25% de bokashi (b ₂)	0,69	c
Híbrido (a ₂)			
	50% de bokashi (b ₃)	0,76	a
	25% de bokashi (b ₂)	0,74	b
	10% de bokashi (b ₁)	0,72	b
	75% de bokashi (b ₄)	0,63	c

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

Tabla 16. Análisis de variancia para el número de hojas de cacao.

Fuente de variación	GL	CM.	
Tratamientos	9	7,721	AS
Factorial	7	6,229	AS
A (cultivar de cacao)	1	2,045	S
B (Proporción de bokashi)	3	13,337	AS
A* B	3	0,514	NS
Testigo	1	25,656	NS
Testigo vs factorial	1	0,231	AS
Error experimental	30	0,281	
Total	39	56,014	

C.V.:3,24%; S: Existe Significancia estadística al 0,05% de probabilidad; AS: Existe Significancia estadística al 0.01% de probabilidad; NS: No significativo.

En la tabla 16 se puede ver el ANVA de la variable número de hojas de los cultivares de cacao, donde existe diferencias estadísticas altamente significativas para los tratamientos y los factoriales a excepción de los efectos principales de la interacción de los cultivares de cacao y las proporciones de bokashi (A*B) y el testigo. Asimismo, el coeficiente

de variabilidad fue de 3.24%, indicando una excelente homogeneidad en la respuesta de los tratamientos, lo que garantiza la confiabilidad de los resultados encontrados.

En la tabla 17 y la figura 5 se presentan los resultados de la prueba de Duncan a un nivel del 5% ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos y los dos testigos adicionales, donde se observó que los tratamientos a1b2 (IMC-67 + 25% de bokashi) con 18,19 hojas en promedio, a2b3 con 18,01 hojas, a1b3 con 17,79 hojas y a2b2 17,64 hojas, mostraron tener un comportamiento similar estadísticamente entre sí, pero superior a los demás. Asimismo, se puede ver que los testigos tuvieron los menores promedios con 15,00 hojas (híbrido + Suelo Fco Aro) y 14,60 hojas (IMC-67 + Suelo Fco Aro), siendo similares estadísticamente a los tratamientos a2b1 (híbrido + 10% de bokashi) y a2b4 (híbrido + 75% de bokashi).

Tabla 17. Prueba de Duncan a un nivel de 5% para la variable número de hojas por planta de cacao de los tratamientos.

Clave	Descripción	Número de hojas	
		Promedio	Sig.
T ₂ (a ₁ b ₂)	IMC-67 + 25% de Bokashi	18,19	a
T ₇ (a ₂ b ₃)	Híbrido + 50% de Bokashi	18,01	a
T ₃ (a ₁ b ₃)	IMC-67 + 50% de Bokashi	17,79	a
T ₆ (a ₂ b ₂)	Híbrido + 25% de Bokashi	17,64	a
T ₁ (a ₁ b ₁)	IMC-67 + 10% de Bokashi	16,20	b
T ₄ (a ₁ b ₄)	IMC-67 + 75% de Bokashi	16,01	b
T ₅ (a ₂ b ₁)	Híbrido + 10% de Bokashi	15,41	b c
T ₈ (a ₂ b ₄)	Híbrido + 75% de Bokashi	15,11	c
Testigo ₂	Híbrido + Suelo Fco Aro	15,00	c
Testigo ₁	IMC-67 + Suelo Fco Aro	14,60	c

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

Los resultados obtenidos para la variable número de hojas por planta, nos muestran que los cultivares de cacao (A) y la proporción de bokashi (B) presentan una interacción significativa, mostrando efectos variados, posiblemente por el tipo de material genético de cada de cacao y que estas se encuentran influenciadas por las proporción de bokashi, es decir que estimulan a las raíces, permitiendo una mejor absorción y asimilación de nutrientes que es aportado por la mineralización del bokashi (Humuverd, 1988); asimismo la adición del

bokashi influye en la fertilidad del suelo aportando nitrógeno y fósforo; además ayuda a mejorar las propiedades físicas del suelo como lo menciona Agila y Enríquez (1999) y Ramírez (2004). De la misma manera, según Akuhna (1978), conforme se incrementa la proporción, éstas mantienen mayor humedad en el sustrato, haciendo que las plantas no sufran estrés por sequías y pueden mantener el follaje adecuado para la fotosíntesis. También, el proceso de mineralización del bokashi, aumenta la presencia de fertilizantes en el suelo, haciendo disponible los micronutrientes para la absorción de la planta, como lo menciona Freeman (1990) dando las condiciones nutricionales adecuadas para que los cultivares manifiesten el mayor número de hojas.

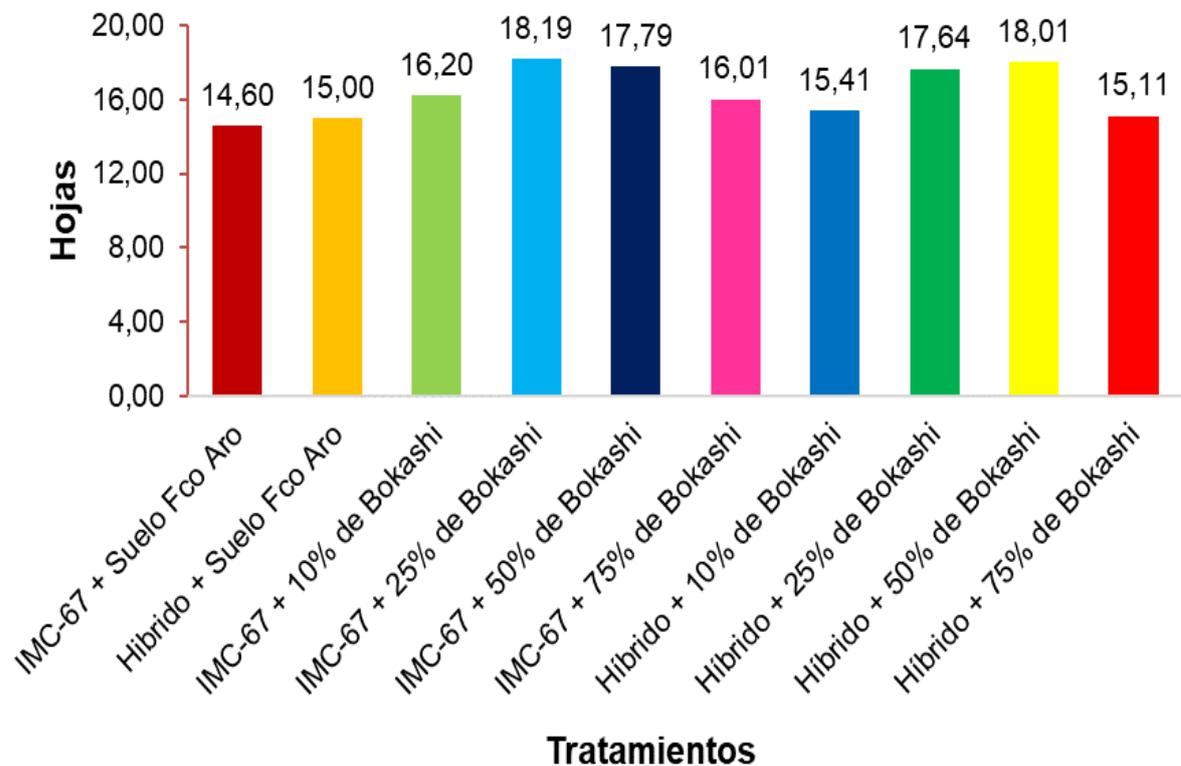


Figura 5 .Comportamiento del número de hojas de cacao en los tratamientos.

En la tabla 18, se observa el análisis de varianza para los efectos simples del número de hojas del plantón, donde se puede apreciar que existe diferencias estadísticas significativas entre los cultivares de cacao cuando se utilizaron las diferentes proporciones de bokashi, a excepción de los cultivares sembradas en la proporción de 25 y 50% de bokashi, donde resulto no significativo.

Tabla 18. Análisis de variancia de los efectos simples para número de hojas por planta de cacao de los tratamientos.

Fuente de variación	GL	CM	
Cultivar en 10% de bokashi (A en b ₁)	1	1,264	S
Cultivar en 25% de bokashi (A en b ₂)	1	0,605	NS
Cultivar en 50% de bokashi (A en b ₃)	1	0,099	NS
Cultivar en 75% de bokashi (A en b ₄)	1	1,620	S
Proporción de bokashi con IMC-67 (B en a ₁)	3	4,884	AS
Proporción de bokashi con Híbrido (B en a ₂)	3	8,967	AS
Error experimental	30	0,281	

S: Existe Significancia estadística al 0,05% de probabilidad; AS: Existe Significancia estadística al 0,01% de probabilidad; NS: No significativo

En la tabla 19 observamos los resultados de la prueba de Duncan a un nivel del 5% ($\alpha = 0,05$), de los efectos simples, del clon IMC-67 (a₁) y el cacao híbrido (a₂) para el número de hojas, donde no se encontró diferencia estadística significativa para los efectos simples de los cultivares (A) en la proporción de 10% de bokashi (b₁).

Tabla 19. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) de los efectos simples de la factorial cultivar de cacao (A) en cada proporción de bokashi (B) para el número de hojas de cacao.

Efecto simple	Cultivos de cacao (A)	Número de hojas	
		Prom.	Sig.
10% de bokashi (b ₁)			
	IMC-67 (a ₁)	16,20	a
	Híbrido (a ₂)	15,41	a
75% de bokashi (b ₄)			
	IMC-67 (a ₁)	16,01	a
	Híbrido (a ₂)	15,11	b

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística

En la tabla 19 se muestra que el efecto simple donde se utilizó 75% de bokashi (b₄), ambos cultivares tuvieron comportamientos diferentes estadísticamente, en esta proporción de bokashi se observó que el IMC-67 (a₁) presentó mayor número promedio de hojas (16,01) comparado al cacao híbrido (a₂), que solo alcanzó 15,11 hojas. Huamancayo (2011), en su trabajo de tesis realizado en Santa rosa – Naranjillo a nivel de vivero, no encontró

diferencia estadística significativa para el número de hojas entre las relaciones Suelo/bokashi probados, indicando que este parámetro evaluado es similar debido a que la planta de cacao está programada genéticamente a proporcionar un determinado número de hojas.

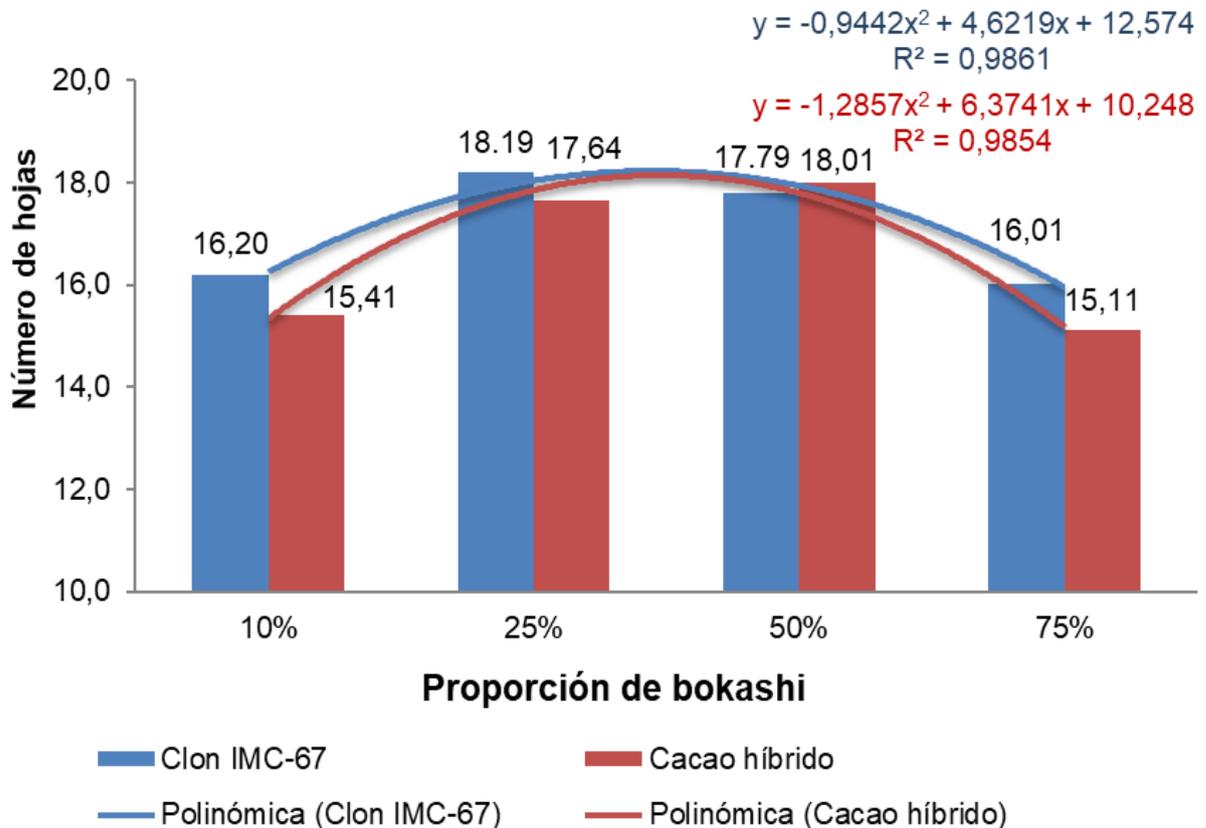


Figura 6. Número de hojas de cacao en las proporciones de bokashi.

En la Figura 6 podemos ver la curva de tendencia $y = -0,9442x^2 + 4,6219x + 12,574$ ($R^2 = 0,9861$) que tiene el clon IMC-67 en las proporciones de bokashi, Esto nos quiere indicar que a medida que se aumente la proporción de bokashi el número de hojas del clon IMC-67 aumenta hasta llegar al vértice de la curva, pasando este punto el número de hojas tiende a disminuir. Para el caso del híbrido de cacao, la curva de tendencia es $y = -1,2857x^2 + 6,3741x + 10,248$ ($R^2 = 0,9854$), indicando que el número de hojas se incrementa con el aumento de la proporción de bokashi hasta llegar al vértice de la curva pasado este punto el número de hoja disminuye. Podemos indicar que las respuestas de cada uno de los cultivares de cacao utilizados (IMC-67 y cacao híbrido) en las proporciones de bokashi son diferentes.

En el tabla 20, se muestran los resultados de la prueba Duncan a un nivel del 5% ($\alpha = 0,05$) de los efectos simples de los cultivares de cacao, en las proporciones de bokashi para el número de hojas, donde el IMC-67 sembrada en 25% (b2) y 50% (b3) de bokashi, mostro ser

superior, obteniendo 18,19 y 17,79 hojas respectivamente, mientras que en el cacao híbrido, las proporciones de 50% (b3) y 25% (b2) de bokashi mostraron, ser superior a las demás proporción al obtener 18,01 y 17,64 hojas respectivamente, asimismo se puede notar que para ambos cultivares (IMC-67 e híbrido), la mayor proporción de bokashi (75%) tuvo el menor número de hojas, obteniendo solo 16,01 y 15,11 hojas.

Tabla 20. Prueba de Duncan a un nivel del 5% ($\alpha=0,05$) de los efectos simples de la factorial proporción de bokashi (B) en cada cultivar de cacao (A) para el número de hojas de cacao.

Efecto simple	Proporción de bokashi (B)	Número de hojas	
		Prom.	Sig.
IMC-67 (a ₁)			
	25% de bokashi (b ₂)	18,19	a
	50% de bokashi (b ₃)	17,79	a
	10% de bokashi (b ₁)	16,20	b
	75% de bokashi (b ₄)	16,01	b
Híbrido (a ₂)			
	50% de bokashi (b ₃)	18,01	a
	25% de bokashi (b ₂)	17,64	a
	10% de bokashi (b ₁)	15,41	b
	75% de bokashi (b ₄)	15,11	b

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

4.3. Área foliar

En la tabla 21 se observa el ANVA para la variable del área foliar de los cultivares de cacao, donde existe diferencias estadísticas altamente significativas para los tratamientos y las factoriales a excepción del testigo. El valor del coeficiente de variabilidad fue de 2,45%, indicando que existe una excelente homogeneidad en la respuesta de los tratamientos experimentales, lo que garantiza la confiabilidad de los datos encontrados.

Tabla 21. Análisis de variancia para el área foliar de cacao.

Fuente de variación	GL	CM	
Tratamientos	9	128,535	AS
Factorial	7	91,213	AS
A (cultivar de cacao)	1	124,386	AS
B (Proporción bokashi)	3	67,002	AS
A* B	3	104,367	AS
Testigo	1	516,422	AS
Testigo vs factorial	1	1,901	NS
Error experimental	30	3,737	
Total	39	1037,563	

C.V.: 2,45%; S: Existe Significancia estadística al 0,05% de probabilidad; AS: Existe Significancia estadística al 0,01% de probabilidad; NS: No significativo.

Tabla 22. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el área foliar del cacao.

Clave	Descripción	Área foliar (cm²)	
		Promedio	Significación
T ₇ (a ₂ b ₃)	Híbrido + 50% de Bokashi	87,24	a
T ₄ (a ₁ b ₄)	IMC-67 + 75% de Bokashi	85,46	a b
T ₃ (a ₁ b ₃)	IMC-67 + 50% de Bokashi	82,88	b c
T ₁ (a ₁ b ₁)	IMC-67 + 10% de Bokashi	82,31	c
T ₂ (a ₁ b ₂)	IMC-67 + 25% de Bokashi	80,57	c d
T ₅ (a ₂ b ₁)	Híbrido + 10% de Bokashi	78,41	d e
T ₆ (a ₂ b ₂)	Híbrido + 25% de Bokashi	77,60	e
Testigo ₁	IMC-67 + Suelo Fco Aro	72,34	f
T ₈ (a ₂ b ₄)	Híbrido + 75% de Bokashi	72,21	f
Testigo ₂	Hibrido + Suelo Fco Aro	71,37	f

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

En la tabla 22 y la figura 7, se observa la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos y los dos testigos adicionales, donde se puede observar que los testigos (IMC-67 + Suelo Fco Aro híbrido + Suelo Fco Aro) y el tratamiento a₂b₄ (híbrido + 75% de bokashi) mostraron un comportamiento inferior, alcanzando promedio de 72,34, 71,37 y 72,21 cm²

respectivamente. Además, se encontró una marcada diferencia, respecto a los otros tratamientos; donde a2b3 (híbrido + 50% de bokashi) y a1b4 (IMC-67 + 75% de bokashi), presentaron los mayores promedios con 87,24 y 85,46 cm² respectivamente, pero estadísticamente similares entre sí, mientras que el resto de los tratamientos mostraron comportamientos diferentes.

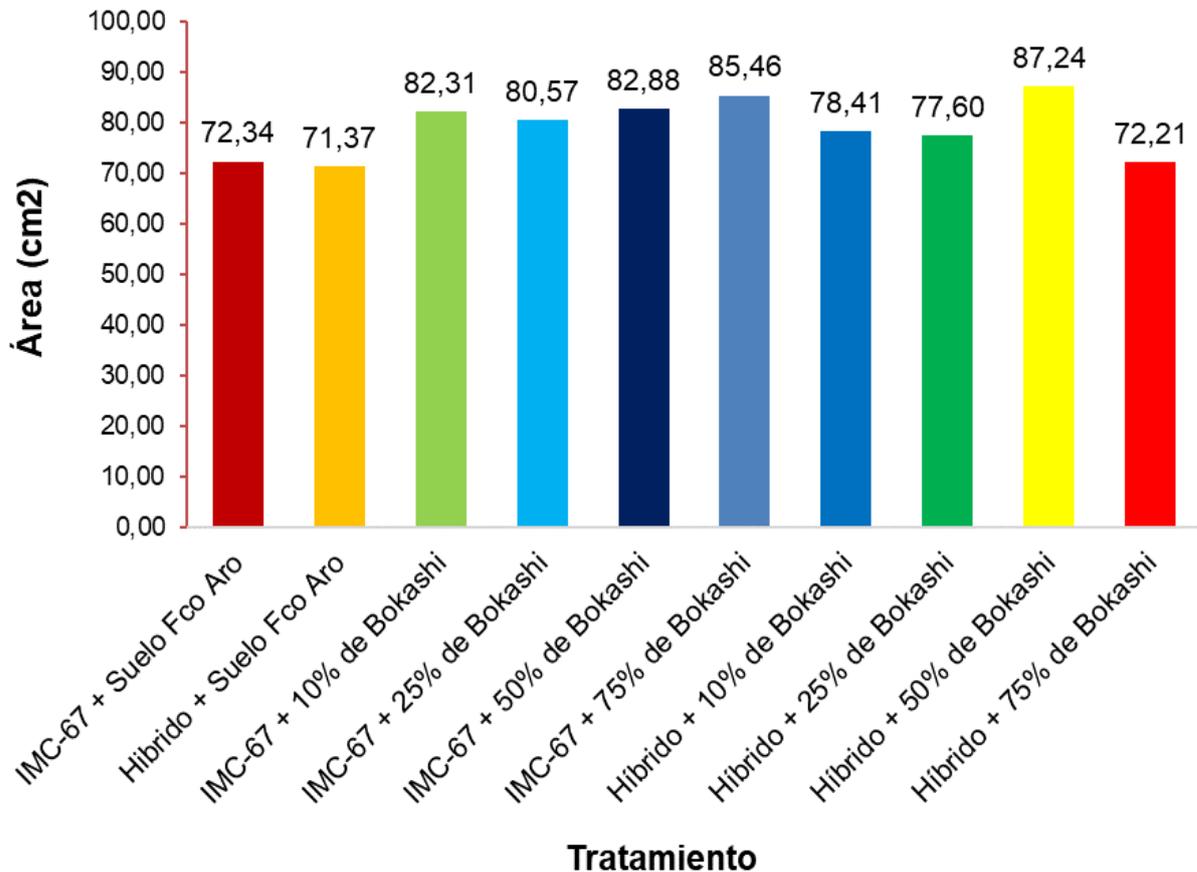


Figura 7. Comportamiento del área foliar del cacao en los tratamientos.

Los cultivares de cacao IMC-67 (a1) y cacao híbrido (a2) evaluados, mostraron efectos variados, posiblemente por el tipo de material genético que compone cada uno de los cultivares de cacao y que estas se encuentran influenciadas por las diferentes proporciones de bokashi, ya que con el incremento de las proporciones de bokashi incrementa la fertilidad de los suelos además aporta nitrógeno y fósforo (Agila Y Enriquez, 1999; Y Ramirez, 2004), ratificando lo reportado anteriormente por Freeman (1990) quien menciona que en el proceso de mineralización de esta materia orgánica, estos aumentan la presencia de los fertilizantes en el suelo, haciendo disponible los nutrientes para ayudar a la absorción de la planta, asimismo, señala que los abonos orgánicos juegan un papel importante en el incremento de la fertilidad

del suelo y la nutrición de las plantas; que crecen en suelos con cantidades adecuadas de materia orgánica y que sufren menos estrés y producen mejores rendimientos. Huamancayo (2011), en su trabajo de tesis realizado en Santa rosa – Naranjillo a nivel de vivero, encontró diferencia estadística significativa para el área foliar entre las relaciones Suelo/bokashi probados, tal como se vio en el presente trabajo, donde también se pudo encontrar diferencia entre las proporciones de bokashi.

En la tabla 23, se puede apreciar el análisis de variancia para los efectos simples de los factores para la variable área foliar de los cultivares de cacao (IMC-67 e híbrido), donde se puede apreciar que existe diferencias estadísticas altamente significativas para todos los factores .

Tabla 23. ANVA de los efectos simples para el área foliar del cacao de los tratamientos.

Fuente de variación	GL	CM	
Cultivar en 10% de bokashi (A en b ₁)	1	30,420	AS
Cultivar en 25% de bokashi (A en b ₂)	1	17,701	S
Cultivar en 50% de bokashi (A en b ₃)	1	37,976	AS
Cultivar en 75% de bokashi (A en b ₄)	1	351,390	AS
Proporción de bokashi con IMC-67 (B en a ₁)	3	16,393	S
Proporción de bokashi con Híbrido (B en a ₂)	3	154,976	AS
Error experimental	30	3,737	

S: Existe Significancia estadística al 0,05% de probabilidad; AS: Existe Significancia estadística al 0,01% de probabilidad

En la tabla 24, se presentan la prueba Duncan a un nivel del 5% ($\alpha = 0,05$), para los efectos simples entre los dos cultivares de cacao, el IMC-67 (a₁) y el cacao híbrido (a₂) para la variable área foliar, en cada una de las proporciones de bokashi en estudio a excepción de la proporción de 50% de bokashi; donde se observó que fue el híbrido, con 87,24 cm², el que tuvo mayor promedio de área foliar, ya que el IMC-67 solo obtuvo 82,88 cm².

Tabla 24. Prueba de Duncan un nivel del 5% de los efectos simples de la factorial cultivar de cacao (A) en cada proporción de bokashi (B) para el área foliar del cacao.

Efecto simple	Cultivos de cacao (A)	Área foliar (cm ²)	
		Prom.	Sig.
10% de bokashi (b ₁)			
	IMC-67 (a ₁)	82,31	a
	Hibrido (a ₂)	78,41	b
25% de bokashi (b ₂)			
	IMC-67 (a ₁)	80,57	a
	Hibrido (a ₂)	77,60	b
50% de bokashi (b ₃)			
	Hibrido (a ₂)	87,24	a
	IMC-67 (a ₁)	82,88	b
75% de bokashi (b ₄)			
	IMC-67 (a ₁)	85,46	a
	Hibrido (a ₂)	72,21	b

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

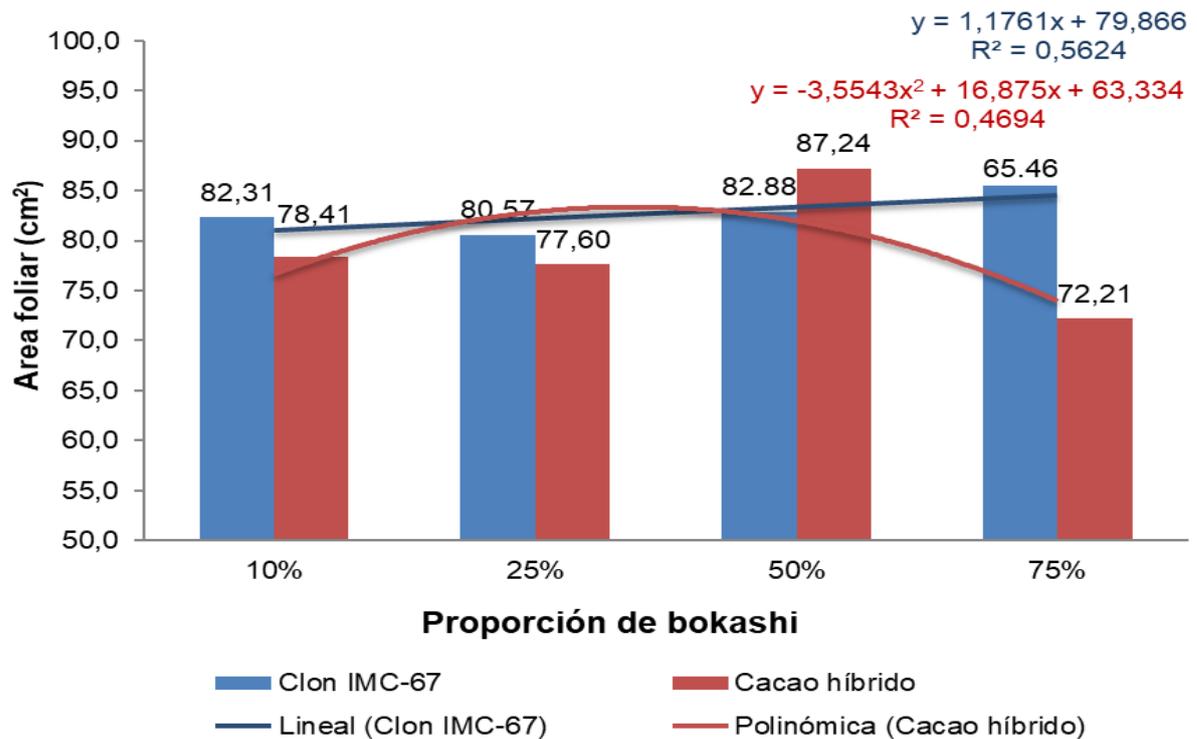


Figura 8. Área foliar del cacao en las proporciones de bokashi.

En la Figura 8 podemos ver la línea de tendencia positiva ($y = 1,761x + 79,866$) y $R^2 = 0,5624$ que tiene el IMC-67 en las proporciones de bokashi utilizados. Esto nos quiere indicar que a medida que se aumente la proporción de bokashi el área foliar del IMC-67 tiende a aumentar proporcionalmente. Para el caso del híbrido de cacao, la curva de tendencia es negativa ($y = -3,5543x^2 + 16,875x + 63,334$) y el $R^2 = 0,4694$, lo que significa que el área foliar del híbrido de cacao aumenta cuando se incrementa la proporción de bokashi hasta llegar al vértice de la curva, pasado este punto se va reduciendo ligeramente cuando la proporción de bokashi se sigue incrementando.

En la tabla 25 se presentan los resultados de la prueba Duncan ($\alpha = 0,05$) para los efectos simples de los cultivares de cacao en las proporciones de bokashi para la variable área foliar, donde se puede ver que el IMC-67 sembrada en proporción de 75% de bokashi (b4) mostró ser superior solo numéricamente al resto de las proporciones, obteniendo 85,46 cm² a excepción de la proporción de 25% de bokashi (b2) del que también es superior estadísticamente. En el caso del cacao híbrido, la proporción de 50% de bokashi (b3) mostró ser superior estadísticamente a la demás proporción al obtener 87,24 cm² de área foliar, la mayor proporción de bokashi (75%) tuvo la menor área foliar (72,21 cm²).

Tabla 25. Prueba de Duncan a nivel de confianza del 5% de los efectos simples de la factorial proporción de bokashi (B) en cada cultivar de cacao (A) para el área foliar del cacao.

Efecto simple	Proporción de bokashi (B)	Área foliar (cm ²)	
		Prom.	Sig.
IMC-67 (a ₁)			
	75% de bokashi (b ₄)	85,46	a
	50% de bokashi (b ₃)	82,88	a b
	10% de bokashi (b ₁)	82,31	a b
	25% de bokashi (b ₂)	80,57	b
Híbrido (a ₂)			
	50% de bokashi (b ₃)	87,24	a
	10% de bokashi (b ₁)	78,41	b
	25% de bokashi (b ₂)	77,60	b
	75% de bokashi (b ₄)	72,21	c

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

4.4. Longitud y volumen radicular

En la tabla 26, se puede ver los resultados del ANVA de la longitud y el volumen en los cultivares de cacao. Se aprecia en las dos variables evaluadas, la existencia de diferencias altamente significativas en los tratamientos, la proporción de bokashi (B) y la factorial vs el testigo; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la interacción (A*B), el efecto de los cultivares del cacao (A) y entre los tratamientos testigos. Asimismo, podemos ver que los coeficientes de variabilidad fueron 3,19% y 7,48%, indicando una excelente y muy buena homogeneidad en la respuesta de los tratamientos.

Tabla 26. ANVA para la longitud y volumen radicular del cacao.

Fuente de variación	GL	Longitud radicular		Volumen radicular	
		CM		CM	
Tratamientos	9	1,274	AS	0,033	AS
Factorial	7	0,972	S	0,031	AS
A	1	0,069	NS	0,002	NS
B	3	2,241	AS	0,068	AS
A* B	3	0,005	NS	0,004	NS
Testigo	1	4,560	AS	0,081	AS
Testigo vs factorial	1	0,101	NS	0,001	NS
Error experimental	30	0,336		0,007	
CV :		3,19%		7,48%	

S: Existe Significancia estadística al 0,05% de probabilidad; AS: Existe Significancia estadística al 0,01% de probabilidad; NS: No significativo

En la tabla 27 y figura 9, se puede observar la prueba de Duncan a un nivel del 5% ($\alpha = 0,05$), para la longitud radicular, donde los tratamientos a1b1 (IMC-67 + 10% de bokashi), a2b1 (híbrido + 10% de bokashi), a1b2, a2b2, a1b3, ya2b3, mostraron un comportamiento similar entre sí, pero obteniendo diferencia estadística con el demás tratamiento, siendo el tratamiento a1b1 el que mostró el más alto promedio con 18,88 cm de longitud de raíz. Además, se puede ver que los testigos (Híbrido + Suelo Fco Aro y IMC-67 + Suelo Fco Aro) y el tratamiento a2b4 (Mezcla de híbrido + 75% de bokashi) presentaron los más bajos promedios de longitud radicular (17,54, 17,40 y 17,50 cm respectivamente), no habiendo diferencia estadística entre ellos.

Tabla 27. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la longitud radicular del cacao de los tratamientos.

Clave	Descripción	Longitud radicular (cm)	
		Promedio	Sig.
T ₁ (a ₁ b ₁)	IMC-67 + 10% de Bokashi	18,88	a
T ₅ (a ₂ b ₁)	Híbrido + 10% de Bokashi	18,82	a
T ₂ (a ₁ b ₂)	IMC-67 + 25% de Bokashi	18,63	a b
T ₆ (a ₂ b ₂)	Híbrido + 25% de Bokashi	18,55	a b
T ₃ (a ₁ b ₃)	IMC-67 + 50% de Bokashi	18,29	a b c
T ₇ (a ₂ b ₃)	Híbrido + 50% de Bokashi	18,22	a b c
T ₄ (a ₁ b ₄)	IMC-67 + 75% de Bokashi	17,71	b c
Testigo ₂	Hibrido + Suelo Fco Aro	17,54	c
T ₈ (a ₂ b ₄)	Híbrido + 75% de Bokashi	17,50	c
Testigo ₁	IMC-67 + Suelo Fco Aro	17,40	c

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

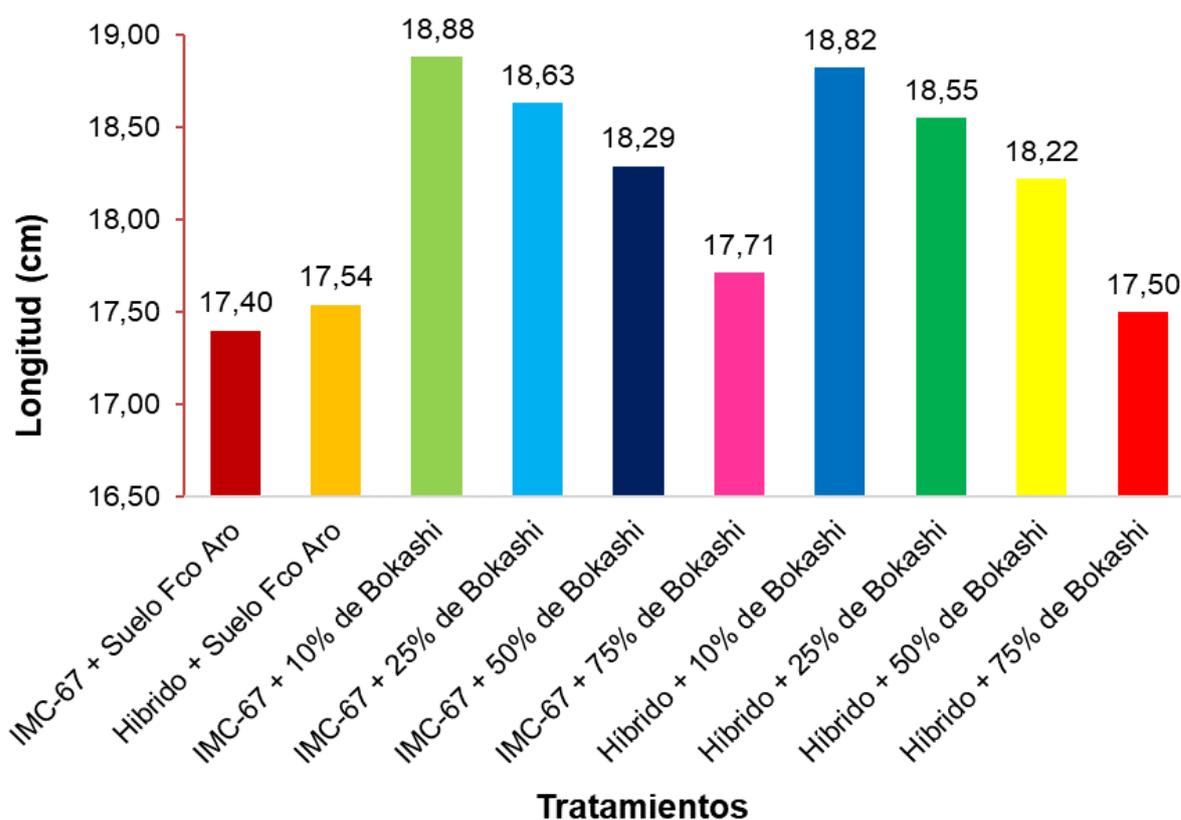


Figura 9. Comportamiento de la longitud radicular del cacao en los tratamientos.

En la tabla 28 y figura 10, se puede observar la prueba Duncan a un nivel del 5% ($\alpha = 0,05$), para el volumen radicular, donde los tratamientos a2b3 (híbrido + 50% de bokashi), a1b3 (IMC-67 + 50% de bokashi), ya2b2 (híbrido + 25% de bokashi), mostraron un comportamiento similar estadísticamente entre sí, pero obteniendo diferencia estadística con el demás tratamiento, siendo el tratamiento a2b3, el que mostró el más alto promedio con 1,16 cm³ de volumen de raíz. Además, se puede ver que los testigos el híbrido + Suelo Fco Aro y IMC-67 + Suelo Fco Aro presentaron los más bajos promedios (0,92 y 0,91 cm³ respectivamente) de longitud radicular de planta, no habiendo diferencia estadística entre ellos.

Tabla 28. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el volumen radicular del cacao de los tratamientos.

Clave	Descripción	Volumen radicular (cm ³)	
		Promedio	Sig.
T ₇ (a ₂ b ₃)	Híbrido + 50% de Bokashi	1,16	a
T ₃ (a ₁ b ₃)	IMC-67 + 50% de Bokashi	1,12	a b
T ₆ (a ₂ b ₂)	Híbrido + 25% de Bokashi	1,08	a b c
T ₂ (a ₁ b ₂)	IMC-67 + 25% de Bokashi	1,03	b c d
T ₄ (a ₁ b ₄)	IMC-67 + 75% de Bokashi	0,98	c d
T ₅ (a ₂ b ₁)	Híbrido + 10% de Bokashi	0,96	d
T ₁ (a ₁ b ₁)	IMC-67 + 10% de Bokashi	0,94	d
T ₈ (a ₂ b ₄)	Híbrido + 75% de Bokashi	0,93	d
Testigo ₁	IMC-67 + Suelo Fco Aro	0,92	d
Testigo ₂	Híbrido + Suelo Fco Aro	0,91	d

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

Estos resultados nos muestran que tanto el IMC-67 y el cacao híbrido en un sustrato con 50% de bokashi alcanzan el mayor volumen radicular y con un porcentaje de 10% es la longitud de la raíz la que se desarrolla más (tabla 27), esto debido a que en el primer caso el sustrato contenía la cantidad de nutrientes suficiente para desarrollar mayor raíces secundarias con mayor pelos absorbentes con lo cual aumenta el volumen de la raíz; mientras que en el segundo caso, al tener poca cantidad de nutrientes disponibles, la raíz principales tuvo que profundizar su crecimiento buscando estos nutrientes, haciendo que sea mayor la longitud de las mismas. Para Ruano (2002), la alta compactación afecta las propiedades físicas y biológicas de los sustratos y estas a su vez afectan el crecimiento y desarrollo de la planta; por lo que es necesario añadir abonos orgánicos a los sustratos. Resultados similares fueron

encontrados por Girón et al. (2012), en cultivos de calabacín (*Cucurbita pepo* L.) y remolacha (*Beta vulgaris* L.), donde a abonamientos bajos de bokashi las raíces tuvieron mayor longitud.

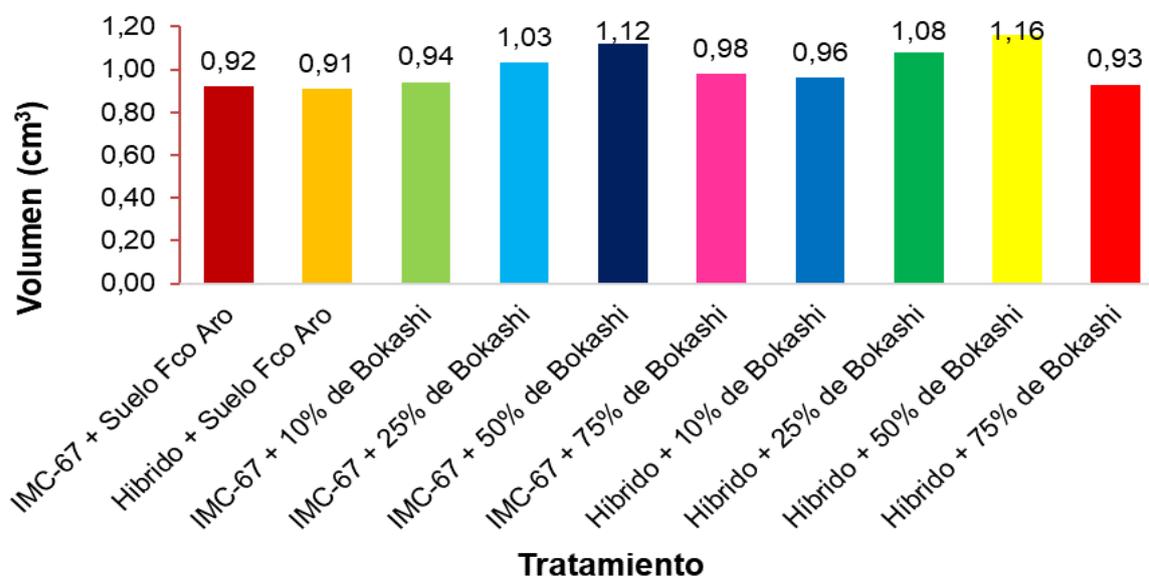


Figura 10. Comportamiento del volumen radicular del cacao en los tratamientos.

Tabla 29. Análisis de variancia de los efectos simples para la longitud y el volumen radicular del cacao.

Fuente de variación	GL	CM			
		Longitud (cm)		Volumen (cm ³)	
Cultivar en 10% de bokashi (A en b ₁)	1	0,006	NS	0,001	NS
Cultivar en 25% de bokashi (A en b ₂)	1	0,014	NS	0,006	NS
Cultivar en 50% de bokashi (A en b ₃)	1	0,009	NS	0,004	NS
Cultivar en 75% de bokashi (A en b ₄)	1	0,056	NS	0,005	NS
Proporción de bokashi con IMC-67 (B en a ₁)	3	1,025	S	0,025	S
Proporción de bokashi con híbrido (B en a ₂)	3	1,221	S	0,047	AS
Error experimental	30	0,336		0,006	

S: Existe Significancia estadística al 0,05% de probabilidad; AS: Existe Significancia estadística al 0,01% de probabilidad; NS: No significativo.

En el tabla 29 se puede ver el análisis de variancia para los efectos simples de los factores en la longitud y volumen radicular del IMC-67 e híbrido, donde se puede apreciar que no existe diferencias estadísticas significativas para los cultivares de cacao (A) en las cuatro proporción de bokashi (10%, 25%, 50% y 75%) tanto para longitud y volumen radicular pero

si se encontró significancia estadística para el factor proporción de bokashi (B) en los dos cultivares de cacao (IMC-67 e híbrido) tanto para la longitud como para el volumen como en el caso anterior.

En la tabla 30 se presentan los resultados de la prueba de Duncan a un nivel del 5% ($\alpha = 0,05$) para los efectos simples de los cultivares de cacao en las cuatro proporciones de bokashi 10%, 25%, 50% y 75%, para el volumen y la longitud radicular, donde se puede ver que el IMC-67 sembrada en b1 (10% de bokashi) mostró ser superior estadísticamente al resto de las proporciones obteniendo 18,88 cm de longitud radicular. En el volumen radicular el b3 (50% de bokashi) mostró ser superior estadísticamente a los demás obteniendo un promedio de 1,12 cm³. En el caso del cacao híbrido, son las mismas proporciones (10 y 50%) los que mostraron ser superior estadísticamente a la demás proporción.

Tabla 30. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) de los efectos simples de la factorial proporción de bokashi (B) en cada cultivar de cacao (A) para la longitud y el volumen radicular del cacao.

Efecto simple	Longitud radicular (cm)		Volumen radicular (cm ³)		
	Proporción de bokashi (B)	Prom. Sig.	Proporción de bokashi (B)	Prom	Sig
IMC-67 (a ₁)					
	10% de bokashi (b ₁)	18,88 a	50% de bokashi (b ₃)	1,12	a
	25% de bokashi (b ₂)	18,63 a b	25% de bokashi (b ₂)	1,03	b
	50% de bokashi (b ₃)	18,29 a b	75% de bokashi (b ₄)	0,98	bc
	75% de bokashi (b ₄)	17,71 b	10% de bokashi (b ₁)	0,94	c
Híbrido (a ₂)					
	10% de bokashi (b ₁)	18,82 a	50% de bokashi (b ₃)	1,16	a
	25% de bokashi (b ₂)	18,55 a	25% de bokashi (b ₂)	1,08	a b
	50% de bokashi (b ₃)	18,22 a b	10% de bokashi (b ₁)	0,96	b
	75% de bokashi (b ₄)	17,54 b	75% de bokashi (b ₄)	0,93	b

Tratamientos unidos con la misma letra en columna no existe significancia estadística.

En la Figura 11 podemos ver la línea de tendencia negativa $y = -0,3853x + 19,338$ ($R^2 = 0,9625$) que tiene el IMC-67 en las proporciones de bokashi, esto nos quiere indicar que a medida que se aumente la proporción de bokashi el volumen radicular del IMC-67 tiende a

disminuir proporcionalmente. Para el híbrido de cacao, la línea de tendencia también es negativa descrita por la ecuación $y = -0,4175x + 19,326$ ($R^2 = 0,9506$), lo que significa que la longitud de la raíz del híbrido de cacao se va reduciendo proporcionalmente cuando la proporción de bokashi se incrementa.

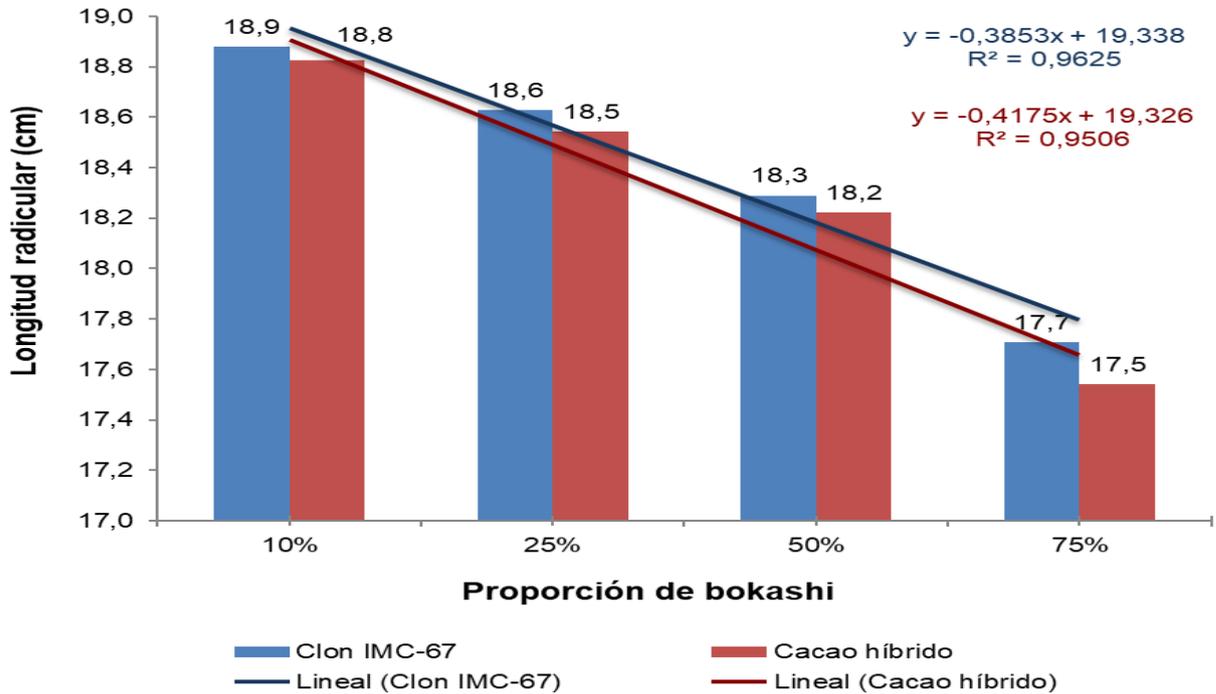


Figura 11. Longitud radicular del cacao en las proporciones de bokashi.

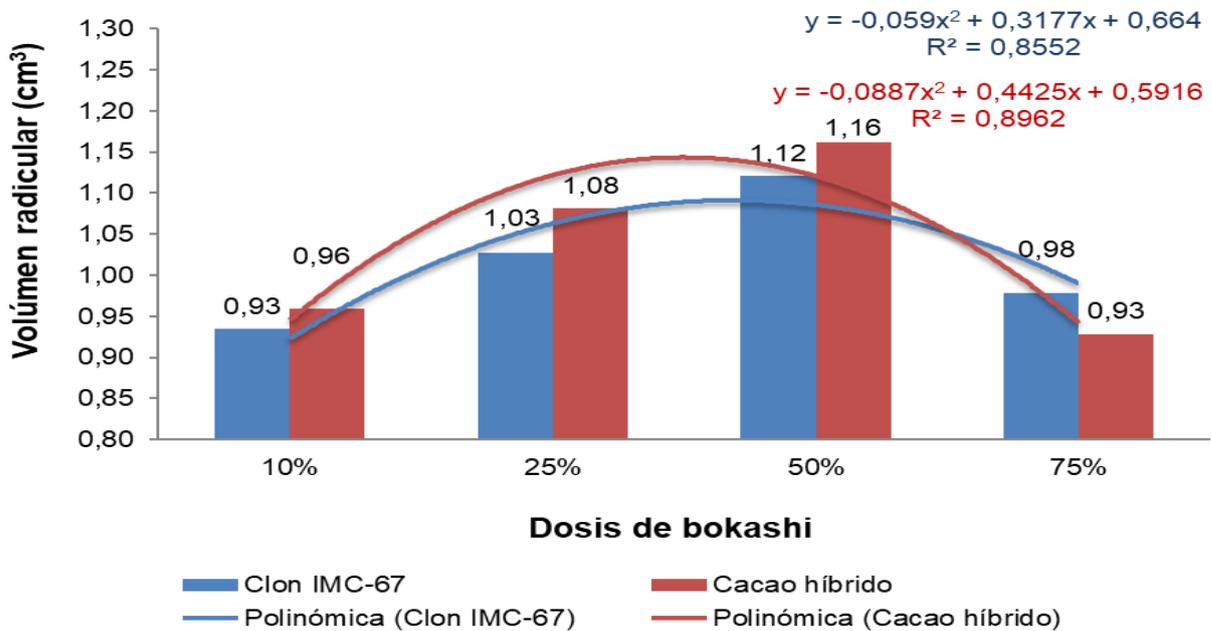


Figura 12. Volumen radicular del cacao en las proporciones de bokashi.

En la Figura 12 podemos ver la curva de tendencia $y = -0,059x^2 + 0,3177x + 0,664$ ($R^2 = 0,8552$) que tiene el IMC-67 en las cuatro proporciones de bokashi (10%, 25%, 50% y 75%). Esta tendencia nos indica que a medida que se aumenta la proporción de bokashi el volumen radicular del IMC-67 aumenta hasta llegar al vértice de la curva, pasado ese punto el volumen decrece si se aumenta la proporción de bokashi. Para el caso del híbrido de cacao, la curva de tendencia es $y = -0,0887x^2 + 0,4425x + 0,5916$ ($R^2 = 0,8962$), lo que significa que el volumen de la raíz del híbrido de cacao aumenta cuando se incrementa la proporción de bokashi hasta llegar al vértice de la curva, pasado esta proporción tiende a reducirse cuando sigue el incremento de la proporción de bokashi. En ambos cultivares los comportamientos para la longitud y volumen radicular son similares.

4.5. Análisis de rentabilidad

De acuerdo a la tabla 31, el análisis de rentabilidad de la producción de plántulas de cacao, se puede observar que el T1 y T5 (híbrido + 10% de bokashi y IMC-67 + 10% de bokashi) fueron los que mayores rentabilidades de beneficio costo presentaron S/.3,63 nuevos soles, con una inversión de S/. 660,30 nuevos soles, seguido de los tratamientos testigos (T9 y T10) con una rentabilidad de beneficio costo de S/.3,39 nuevos soles.

Sin embargo, a pesar que los tratamientos mencionados muestran una rentabilidad económica alta y beneficiosa, los resultados experimentales en el desarrollo de las características evaluadas de altura de planta, diámetro del tallo, el número de hojas, área foliar, longitud y volumen radicular, nos permiten decir que no son tratamientos que beneficien el desarrollo de dichas variables, siendo el tratamiento T3 (IMC-67 + 50% de bokashi) los que mejores resultados mostraron, y cuya rentabilidad de beneficio/costo alcanza s/. 2,39 nuevos soles, con una inversión de s/. 871,50 nuevos soles.

Asimismo, se descarta el uso del tratamiento T4 (híbrido + 75% de bokashi) y T8 (IMC-67 + 75% de bokashi) ya que los costos de producción son los más altos y el beneficio/costo son los más bajos, además de aunar que son tratamientos que no favorecieron el desarrollo de las características evaluadas.

Tabla 31. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

Trat.	Llenado de bolsa	Costos de producción/ha (S/.)						Total	Precio				
		Insumos	Semilla	Sustrato	Bokashi	Control sanitario	Control de malezas		Costo unitario (s/.)	Unit. de venta (s/.)	Ingreso bruto (s/.)	Utilidad (s/. /ha)	Beneficio /costo (s/.)
Test.1	100,0	250,0	67,5	90,0	0,0	100,0	100,0	707,5	0,59	2,00	2400	1692,5	3,39
Test.2	100,0	250,0	67,5	90,0	0,0	100,0	100,0	707,5	0,59	2,00	2400	1692,5	3,39
T1	100,0	250,0	67,5	90,0	52,8	100,0	100,0	760,3	0,63	2,00	2400	1639,7	3,16
T2	100,0	250,0	67,5	90,0	132,0	100,0	100,0	839,5	0,70	2,00	2400	1560,5	2,86
T3	100,0	250,0	67,5	90,0	264,0	100,0	100,0	971,5	0,81	2,00	2400	1428,5	2,47
T4	100,0	250,0	67,5	90,0	396,0	100,0	100,0	1103,5	0,92	2,00	2400	1296,5	2,17
T5	100,0	250,0	67,5	90,0	52,8	100,0	100,0	760,3	0,63	2,00	2400	1639,7	3,16
T6	100,0	250,0	67,5	90,0	132,0	100,0	100,0	839,5	0,70	2,00	2400	1560,5	2,86
T7	100,0	250,0	67,5	90,0	264,0	100,0	100,0	971,5	0,81	2,00	2400	1428,5	2,47
T8	100,0	250,0	67,5	90,0	396,0	100,0	100,0	1103,5	0,92	2,00	2400	1296,5	2,17

FUENTE: Elaboración propia (Costo/kg de bokashi = S/ 0,44); Test.1 = IMC-67 + Suelo Fco Aro; Test.2 = Híbrido + Suelo Fco Aro; T1 = IMC-67 + 10% de Bokashi; T2 = IMC-67 + 25% de Bokashi; T3 = IMC-67 + 50% de Bokashi; T4 = IMC-67 + 75% de Bokashi; T5 = Híbrido + 10% de Bokashi; T6 = Híbrido + 25% de Bokashi; T7 = Híbrido + 50% de Bokashi; T8 = Híbrido + 75% de Bokashi; Valor de la venta = Producción (kg/ha) x Precio/kg; Rentabilidad Neta = Rendimiento costo unitario - Total costos parciales; Beneficio costo = Costo de venta/Costo de producción.

V. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados para la ejecución del trabajo de investigación, podemos concluir lo siguiente:

1. Las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar evaluadas, en los cultivares de cacao (factor A), ICM-67 (a1) y cacao híbrido (a2), fueron altamente influenciadas, por la aplicación de las diferentes proporciones de bokashi (factor B), dependiendo del periodo de evaluación.
2. Las variables longitud y volumen radicular no fueron influenciadas significativamente por los cultivares de cacao (factor A) ni por la aplicación de las diferentes proporciones de bokashi (factor B) evaluadas.
3. El bokashi en una proporción de 50% (b3), aplicado a los cultivares clon ICM-67 (a1) y cacao híbrido (a2) a nivel de vivero, presentó mejores resultados en las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar y volumen radicular; mientras que con la proporción 75% (b4) la tendencia fue la disminución.
4. El análisis de rentabilidad mostro que los tratamientos conformados por el IMC-67 + 10% de bokashi e Híbrido + 10% de bokashi (T1 y T5) permitieron una rentabilidad de S/. 3,16 nuevos soles, mostrando una ganancia de S/. 2,16 nuevos soles por cada S/. 1,00 de inversión.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

De acuerdo a las diferentes situaciones presentadas durante la ejecución del trabajo de investigación y con la finalidad de mejorar el mismo, se recomienda lo siguiente:

1. Las diferentes instituciones, dedicadas a la producción de plántones de cacao a nivel de vivero, deben utilizar las proporciones de bokashi a una concentración del 50%, ya que esta proporción presentaron resultados favorables en las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y longitud de raíces.
2. Realizar trabajos de investigaciones similares u otros cultivos, considerando otros tipos de suelos, a fin de poder validar los resultados obtenidos de los efectos del bokashi; además incluyéndose otros caracteres no evaluados en el presente trabajo de investigación, como calidad y sanidad de los plántones de cacao a nivel de vivero.
3. Realizar otros estudios similares en otros cultivares de cacao y otras especies a nivel de vivero, considerando proporciones de bokashi con concentraciones menores al 75%.
4. Realizar ensayos experimentales en campo definitivo utilizando el bokashi, además considerando otras características como la mortandad de plantas y calidad de plántones en campo definitivo en cultivares de cacao y otras especies agrícolas de importancia económica.

VII. REFERENCIAS

- Admin, 2009. Producción de bokashi. [En línea] (<http://www.organica.net/produccion-de-bokashi.html>. Documento 02 Mar. 2012).
- Agila, N.; Enríquez, C. 1999. Elaboración de bioabonos y su evaluación en un cultivar de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en San Pedro de Vilcabamba. Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 83 p.
- Akuhna, 1978. Fertilidad de suelos. Primera Edición. Editorial Mc Graw Hill. Madrid – España. 198 p.
- Carrizosa, A. 1997. Agricultura orgánica. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. IICA. Bogotá, Colombia.
- Care. 1998. Experiencias en el Manejo Sostenible de los Recursos Naturales en Los Andes. Quito, Ec. p. 106 – 111
- Coronel, A. 1982. Preparación de compost o abono, Instructivo técnico. Loja, Ec. Publicación 28. PREDESUR. 28 p.
- Cruz, M. 2002. Elaboración de bokashi y su evaluación en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.), bajo riego en Bramaderos. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencia Agrícola. 80 p.
- Díaz, V. 2004. Elaboración de enmiendas y abonos orgánicos. [En línea]: (<http://www.centralamericaweekly.net/181/espanol/mun-curi.html> Documento 26 jul. 2012).
- Dattari, 2005. Bokashi. Documento [En línea] (<http://www.infororganic.com/node/709>. Documento 12 May. 2012).
- FAO, 2000. Manejo de suelos en pequeñas fincas. Roma, Italia. 112 p.
- Francisco, J. 2009. Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bokashi. [En línea] (<http://www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnología/caf2000/caf10.htm>. Documento 10 Jun. 2012).
- Freeman, P. 1990. The use of lignite products as plant growth stimulants. U.S. Bureau of Mines, Grand Forks, ND. 57 p.
- García, J. 1999. Agricultura orgánica. EUNED. Costa Rica. 104 p.
- Girón, C. C. E., Martínez, O. C. Y Monterroza, D. M. 2013. Influencia de la aplicación de bokashi y lombriabono en el rendimiento de calabacín (*Cucurbita pepo* L.), espinaca (*Spinacia oleracea* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.) y remolacha (*Beta vulgaris* L.), bajo

- el método de cultivo biointensivo. Tesis ing. Agrónomo. Universidad del Salvador. San Ignacio, Chalatenango. 109 p.
- Gunter, K. 1991. Abonos. Edit. Agropecuaria hemisferio sur. S.A. España. 156 p.
- Huamancayo, Y. G. 2011. Efecto del bokashi en las propiedades del suelo y en el crecimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la fase de vivero en Santa Rosa – Naranjillo. Tesis Ing. En Recursos Naturales Renovables - Mención Conservación de Suelo y Agua, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo - María. 74 p.
- Humuverd, 1988. Manejo orgánico de suelos. Materia orgánica. Guía práctica de agricultura ecológica. España. 43 p.
- ICT, 2004. Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonía Peruana. Primera edición. Perú. 167 p.
- Jaramillo, D. F. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín. 595 p.
- Ken, S. 1996. Abonos y estiércoles. Edit. Acribia. S.A. España. 273 p.
- Loayza, P. 2009. Abonos orgánicos. [En línea] (http://www.promic-bolivia.org/pdf/abonos_organicos.pdf. Bolivia Documento 24 Jul. 2012).
- López, A. 2003. Abonos verdes. [En línea]: (<http://www.terralia.com/revista8/pagina16.htm>. Documento 6 Jun. 2012).
- Martínez, A. 2004. Agricultura orgánica. [En línea]: (<http://www.la-molina.edu.pe/Gaceta/notas/nota58.htm>. Documento 26 Jul. 2012).
- Masaka, S. 2000. bokashi. [En línea] (<http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000002.pdf>. Costa Rica. Documento 24 Jul. 2012).
- Muños, L. 2001. Manejo de viveros orgánicos. [En línea] <http://pnuma.org/manualtecnico/pdf/33-37.pdf>. Documento 26 Jul. 2012).
- Olivera, J. 1998. Guía para formular un plan de manejo agroecológico en un predio. Quito, Ec., CEA (Coordinación Ecuatoriana de agroecología). 90 p.
- Padrón, C. 1996. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. México. D.F. 215 p.
- Plaster, E. 2005. La ciencia del suelo y su manejo. Edit. Thomson. España.
- Porta, J., López, M., Reguerin, A. & Roquero, C. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. España. 807 p.
- Restrepo, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. San José, Costa Rica. pp. 1 - 49.

- Rios, W. 2015. Efectos de aplicación del bokashi en el crecimiento del sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) y recuperación de un suelo degradado de la Finca San Felipe del distrito de Daniel Alomía Robles - Pumahuasi. Tesis Ing. En Recursos Naturales Renovables - Mención Conservación de Suelo y Agua, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo - María. 98 p.
- Ruano, J. 2002. Viveros forestales. Madrid, España. 281 p.
- Saenz, C. 1987. Materia orgánica en el mejoramiento de la tierra. Gaceta Agrícola. Mexico 18 (47): 62 - 64 p.
- Serna, C. 2003. Sistemas agrosostenibles. [En línea]: (http://www.proexant.org.ec/Abonos_Org%C3%A1nicos.html). Documento 26 Ago. 2012).
- Shintani, M. 2000. Manejo de desechos de la producción bananera. Bokashi: Abono orgánico fermentado. Revista El Agro. Quito, Ecuador, 20 - 65 p.
- Simpson, K. 1991. Abonos y estiércoles. Edit. Acribia. Zaragoza. España. 267 p.
- Suquilanda, M. 1999. Agricultura orgánica. Ediciones UPS FUNDAGRO. Quito, Ecuador. pp. 46 – 250.
- Ureña, H; Curimilma, V. 1982. Cuatro métodos de compostaje y su Efecto en el cultivo de maíz y maní. Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. México 80 p.
- Valarezo, J. 2001. Manual de fertilidad de suelos. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Agronómica. México 84 p.
- Valero, J. 2008. Preparación del bokashi. [En línea] (<http://www.sumerce.com/index.php?option=com>). Documento 26 Jul. 2012).
- Vásquez, V. 1990. Experimentación agrícola. “Diseños estadísticos para la investigación científica y tecnológica”. Lima, Perú. 278 p.
- Vivanco, F. 2005. Elaboración de EM, bokashi y su evaluación en el cultivar maíz, bajo riego en Zapotillo. Universidad Nacional de Loja Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Agronómica. México. 2 p.
- Wood, G. A. 1982. Cacao. Trad. Por Antonio Marino Ambrosio. CECOSA. D. F., México. 263 p.
- Zapata, G. 2005. Abonos orgánicos. [En línea]: (centralamericaweekly.net/181/espa%C3%B1ol/mun-curri.html) Documento 26 Jun. 2012).

ANEXO

Tabla 32. Datos de la variable área foliar

Area foliar					
Trat.	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	85,27	83,72	83,09	77,17	82,31
T ₂	79,31	81,54	81,45	79,99	80,57
T ₃	80,73	81,54	84,90	84,35	82,88
T ₄	84,74	85,25	85,16	86,70	85,46
T ₅	79,25	76,77	77,13	80,50	78,41
T ₆	75,50	78,97	79,20	76,72	77,60
T ₇	84,87	87,68	89,63	86,77	87,24
T ₈	70,45	73,08	74,02	71,28	72,21
Testigo 1	72,93	71,14	75,05	70,24	72,34
Testigo 2	71,01	72,94	71,07	70,44	71,37

Tabla 33. Datos de la variable área foliar

Longitud de raíces					
Trat.	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	18,54	18,54	18,74	19,69	18,88
T ₂	18,51	18,47	19,14	18,39	18,63
T ₃	17,70	18,56	18,06	18,84	18,29
T ₄	16,60	17,60	17,99	18,64	17,71
T ₅	19,03	19,54	18,81	17,91	18,82
T ₆	18,60	18,49	18,28	18,81	18,54
T ₇	17,96	18,43	17,71	18,79	18,22
T ₈	17,24	16,73	17,49	18,70	17,54
Testigo 1	17,50	18,06	16,98	16,95	17,37
Testigo 2	17,84	18,00	17,65	16,90	17,60

Tabla 34. Datos de la variable volumen radicular

Volumen radicular					
Trat,	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	0,97	0,97	0,91	0,93	0,93
T ₂	1,00	1,00	1,05	1,08	1,03
T ₃	1,16	1,16	1,15	1,16	1,12
T ₄	0,91	0,91	1,03	0,99	0,98
T ₅	0,97	0,97	0,96	0,99	0,96
T ₆	1,11	1,11	1,03	1,00	1,08
T ₇	1,26	1,26	1,06	1,03	1,16
T ₈	0,87	0,87	1,08	0,93	0,93
Testigo 1	0,83	0,83	0,89	0,94	0,92
Testigo 2	0,96	0,96	0,89	0,88	0,90

Tabla 35. Datos de la variable altura (mes de abril)

Altura					
Trat.	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	19,35	18,62	20,49	19,47	19,48
T ₂	20,23	20,84	22,00	19,94	20,75
T ₃	22,49	21,32	23,32	21,84	22,24
T ₄	19,00	19,31	19,83	19,64	19,44
T ₅	19,13	17,77	19,73	19,47	19,02
T ₆	21,64	21,65	20,65	21,24	21,30
T ₇	25,45	24,45	23,40	25,49	24,70
T ₈	20,81	19,19	19,52	18,56	19,52
Testigo 1	19,46	19,75	19,78	20,06	19,76
Testigo 2	19,23	19,52	20,50	20,85	20,03

Tabla 36. Datos de la variable diámetro de tallo (mes de abril)

Diámetro de tallo					
Trat.	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	0,25	0,26	0,29	0,22	0,25
T ₂	0,30	0,25	0,26	0,29	0,28
T ₃	0,30	0,33	0,29	0,30	0,30
T ₄	0,27	0,26	0,29	0,27	0,27
T ₅	0,22	0,20	0,28	0,28	0,25
T ₆	0,30	0,28	0,32	0,32	0,30
T ₇	0,32	0,32	0,28	0,34	0,31
T ₈	0,33	0,29	0,30	0,29	0,30
Testigo 1	0,24	0,26	0,27	0,25	0,26
Testigo 2	0,27	0,21	0,25	0,29	0,26

Tabla 37. Datos de la variable número de hojas (mes de abril)

Número de hojas					
Trat.	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	6.29	6.00	6.13	5.63	6.01
T ₂	6.86	6.71	7.00	7.50	7.02
T ₃	7.14	6.86	7.00	6.63	6.91
T ₄	7.00	6.43	7.00	6.63	6.76
T ₅	6.14	6.86	6.25	6.13	6.34
T ₆	6.71	6.71	7.50	7.00	6.98
T ₇	6.86	7.14	7.25	7.75	7.25
T ₈	6.43	7.29	6.88	7.13	6.93
Testigo 1	7.00	7.00	6.50	5.88	6.59
Testigo 2	6.43	5.57	6.38	5.75	6.03

Tabla 38. Datos de la variable altura (mes de junio)

Altura					
Trat,	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	27,52	28,07	27,04	28,48	27,78
T ₂	32,78	26,41	27,22	34,03	30,11
T ₃	34,13	33,13	24,96	28,44	30,17
T ₄	27,08	27,01	29,32	26,93	27,58
T ₅	26,56	27,12	27,17	26,05	26,72
T ₆	30,54	27,99	28,06	28,20	28,70
T ₇	33,76	34,00	34,90	30,81	33,37
T ₈	30,39	25,61	29,62	26,80	28,10
Testigo 1	24,18	23,86	22,61	24,87	23,88
Testigo 2	23,06	24,02	25,01	26,00	24,52

Tabla 39. Datos de la variable diámetro de tallo (mes de junio)

Diámetro de tallo					
Trat.	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55
T ₂	0,51	0,52	0,53	0,53	0,53
T ₃	0,61	0,62	0,61	0,59	0,61
T ₄	0,55	0,56	0,56	0,55	0,55
T ₅	0,54	0,54	0,56	0,54	0,55
T ₆	0,53	0,55	0,54	0,53	0,54
T ₇	0,66	0,63	0,62	0,63	0,63
T ₈	0,48	0,51	0,51	0,56	0,52
Testigo 1	0,53	0,53	0,51	0,51	0,52
Testigo 2	0,51	0,49	0,52	0,54	0,52

Tabla 40. Datos de la variable número de hojas (mes de junio)

Número de hojas					
Trat.	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	12,86	12,00	11,88	11,38	12,03
T ₂	12,71	12,29	12,00	12,25	12,31
T ₃	12,43	12,29	12,75	11,75	12,30
T ₄	12,71	12,14	12,25	12,25	12,34
T ₅	12,29	12,29	11,38	11,38	11,83
T ₆	11,71	11,29	11,75	11,63	11,59
T ₇	13,29	13,57	12,75	13,25	13,21
T ₈	11,71	12,29	12,13	11,75	11,97
Testigo 1	12,14	11,29	10,75	9,50	10,92
Testigo 2	11,86	10,71	11,13	10,75	11,11

Tabla 41. Datos de la variable altura (mes de julio)

Altura					
Trat.	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	38,54	38,65	37,41	38,26	38,21
T ₂	36,34	37,19	37,84	37,02	37,10
T ₃	36,99	37,96	38,97	39,29	38,30
T ₄	35,70	36,10	37,10	34,09	35,75
T ₅	35,83	36,25	35,03	34,37	35,37
T ₆	38,94	39,03	37,32	38,52	38,45
T ₇	40,01	39,49	41,67	40,04	40,30
T ₈	33,07	33,74	32,64	33,23	33,17
Testigo 1	31,50	31,77	32,49	31,61	31,84
Testigo 2	31,09	33,57	33,15	31,08	32,22

Tabla 42. Datos de la variable diámetro de tallo (mes de julio)

Diámetro de tallo					
Trat.	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	0,75	0,73	0,75	0,75	0,74
T ₂	0,67	0,68	0,69	0,70	0,69
T ₃	0,71	0,71	0,69	0,75	0,72
T ₄	0,70	0,68	0,70	0,69	0,69
T ₅	0,70	0,70	0,74	0,73	0,72
T ₆	0,73	0,74	0,73	0,74	0,74
T ₇	0,74	0,76	0,76	0,79	0,76
T ₈	0,61	0,62	0,62	0,65	0,63
Testigo 1	0,64	0,64	0,62	0,64	0,64
Testigo 2	0,64	0,64	0,65	0,65	0,65

Tabla 43. Datos de la variable número de hojas (mes de julio)

Número de hojas					
Trat.	Prom. R1	Prom. R2	Prom. R3	Prom. R4	Prom.
T ₁	16,57	15,86	17,13	15,25	16,20
T ₂	18,71	18,43	17,75	17,88	18,19
T ₃	17,57	16,71	18,50	18,38	17,79
T ₄	16,43	15,71	16,00	15,88	16,00
T ₅	16,14	15,86	15,00	14,63	15,41
T ₆	17,57	18,00	17,50	17,50	17,64
T ₇	18,43	17,86	17,88	17,88	18,01
T ₈	15,00	15,29	15,25	14,88	15,10
Testigo 1	14,86	15,00	14,75	13,88	14,62
Testigo 2	15,43	15,29	14,50	14,63	14,96

Tabla 44. Costos de producción de la elaboración de 250 kg de bokashi

Insumos	Unidad	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
Cascarilla de arroz	kg	50	0,16	8,00
Carbón	kg	40	0,45	18,00
Mantillo	kg	100	0,10	10,00
Gallinaza	kg	50	0,20	10,00
Melaza de caña	l	10	1,70	17,00
M.E	l	3	9,00	27,00
Agua	l	18	--	--
Transporte	--	--	--	20,00
TOTAL				110,00

Costo/kg de bokashi: S/. 0,44 nuevos soles

**Figura 13.** Tratamiento experimental 1



Figura 14. Tratamiento experimental 2



Figura 15. Tratamiento experimental 3.



Figura 16. Tratamiento experimental 4.



Figura 17. Tratamiento experimental 5



Figura 18. Tratamiento experimental 6



Figura 19. Tratamiento experimental 7



Figura 20. Tratamiento experimental 8



Figura 21. Tratamiento experimental 9



Figura 22. Tratamiento experimental 10