

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



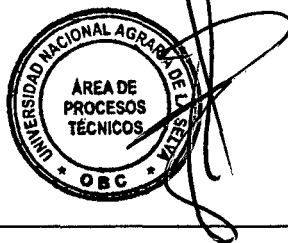
**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE BIOLES EN EL
CRECIMIENTO DE ALMENDRO (*Terminalia catappa* Linn), EN FASE DE
VIVERO - TINGO MARÍA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES MENCIÓN FORESTALES**

Presentado por:

PAMELA OLÓRTEGUI LABAJOS

2014



**T
FOR**
Olórtegui Labajos, Pamela

Efecto de la aplicación de tres dosis de Bioles en el crecimiento de Almendro (*Terminalia catappa* Linn) en fase de vivero - Tingo María.

58 páginas; 02 cuadros; 22 figuras.; 33 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables

- | | | |
|-----------|-------------|-----------------------|
| 1. BIOL | 2. DOSIS | 3. CRECIMIENTO |
| 4. ALTURA | 5. DIAMETRO | 6. TERMINALIA CATAPPA |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 29 de noviembre del 2013, a horas 11:00 a.m. en la Sala de Grados de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la Tesis titulada:

“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE BIOLES EN EL CRECIMIENTO DE ALMENDRO (*Terminalia catappa* Linn), EN FASE DE VIVERO”

Presentado por la Bachiller: **PAMELA OLÓRTEGUI LABAJOS**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 16 de mayo del 2014.

Ing. M.Sc. **YANE LEVI RUÍZ**
PRESIDENTE



Ing. **RAÚL ARAUJO TORRES**
VOCAL

Ing. **TANIA GUERRERO VEJARANO**
VOCAL

Blgo. **ARMANDO M. ENEQUE PUICÓN**
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios; por su amor incomparable y servir de fuente inspiración absoluta.

A mis padres Daniel Olórtegui sanchez y Bethy Labajos Picón; por su apoyo continuo, dedicación y confianza, además de sus sabios consejos para ser cada día mejor.

A mis hermanas Patricia Olórtegui Labajos y Ana María Olórtegui Labajos; por su constante entusiasmo y muestras de cariño y afecto.

AGRADECIMIENTO

Durante mi formación profesional, personal y ejecución de la investigación he recibido el valioso consejo y apoyo incondicional de diversas personas a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables que contribuyeron a mi formación profesional.
- A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, en especial a los docentes de la especialidad de la mención forestales; quienes entregaron todos sus conocimientos y experiencias en bien de formar buenos profesionales.
- Al Blgo. Armando Martín Eneque Puicón, por su apoyo desinteresado como asesor para realizar este trabajo de investigación. Muchas gracias por su paciencia, confianza y dedicación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Aspectos generales del almendro (<i>Terminalia catappa</i> Linn).....	4
2.1.1. Taxonomía de la especie	4
2.1.2. Distribución geográfica.....	4
2.1.3. Ecología.....	5
2.1.4. Descripción botánica.....	6
2.1.5. Silvicultura	6
2.1.6. Usos	7
2.1.7. Etapa de brinza hasta la madurez.....	8
2.2. Biól o biofertilizantes líquidos.....	9
2.2.1. Utilidad de los bioles	10
2.2.2. Función de los biofertilizantes	11
2.2.3. Funciones de los ingredientes.....	11
2.2.4. Disponibilidad de bioles para aplicar a los cultivos.....	13
2.2.5. Composición química de los bioles	13
2.2.6. Aplicaciones del biól.....	14
2.3. Nutrición a través de las hojas.....	16
2.3.1. Mecanismos de absorción a través de las hojas	16
2.4. Los nutrimentos y su relación con las funciones fisiológicas.....	17

2.4.1.	Nitrógeno	18
2.4.2.	Fósforo.....	18
2.4.3.	Potasio.....	19
2.4.4.	Magnesio	19
2.4.5.	Azufre	19
2.4.6.	Calcio.....	20
2.5.	Antecedentes sobre fertilización con bioles	20
2.6.	Área foliar	22
2.7.	Raíces	23
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1.	Ubicación de la investigación.....	26
3.1.1.	Ubicación política y geográfica.....	26
3.1.2.	Ecología.....	26
3.1.3.	Clima y altitud	26
3.2.	Materiales y equipos.....	27
3.2.1.	Materiales de campo.....	27
3.2.2.	Material experimental.....	27
3.2.3.	Materiales de laboratorio.....	27
3.2.4.	Materiales de escritorio	27
3.3.	Diseño experimental.....	28
3.3.1.	Tratamientos utilizados	28
3.3.2.	Características del experimento.....	29
3.3.3.	Esquema del análisis de varianza	29
3.3.4.	Modelo aditivo lineal.....	30

3.4.	Metodología.....	31
3.4.1.	Preparación de los bioles.....	31
3.4.2.	Descripción de los componentes de los bioles.....	32
3.4.3.	Datos registrados.....	33
3.4.4.	Análisis de datos.....	35
IV.	RESULTADOS.....	37
4.1.	Crecimiento en altura, diámetro, número de hojas, usando tres dosis de bioles en el almendro (<i>Terminalia catappa</i> Linn).....	37
4.1.1.	Efecto del crecimiento en altura.....	37
4.1.2.	Influencia en el crecimiento en diámetro del tallo.....	40
4.1.3.	Influencia en el número de hojas.....	40
4.2.	Determinación del área foliar y volumen radicular del almendro (<i>Terminalia catappa</i> Linn).....	42
4.2.1.	Influencia en el área foliar por hoja.....	42
4.2.2.	Influencia en el volumen radicular.....	43
V.	DISCUSIÓN.....	45
5.1.	Crecimiento en altura, diámetro, número de hojas, usando tres dosis de bioles en el almendro (<i>Terminalia catappa</i> Linn).....	45
5.2.	Determinación del área foliar y volumen radicular del almendro (<i>Terminalia catappa</i> Linn).....	47
5.2.1.	Influencia en el área foliar por hoja.....	47
5.2.2.	Influencia en el volumen radicular.....	49
VI.	CONCLUSIONES.....	50
VII.	RECOMENDACIONES.....	51

VIII. ABSTRACT.....	52
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXO	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición química de bioles.	14
2. Descripción de las combinaciones de los factores bioles y dosis.	29
3. Esquema del análisis de varianza.	30
4. Componentes de los bioles.	32
5. Análisis de variancia de la altura de <i>Terminalia catappa</i> Linn en las evaluaciones registradas.....	37
6. Prueba Tukey del efecto principal del factor biol sobre la altura total de <i>Terminalia catappa</i> Linn.....	38
7. Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis sobre la altura total de <i>Terminalia catappa</i> Linn.....	39
8. Comparación de medias entre los tratamientos sobre el crecimiento en altura.....	39
9. Análisis de varianza de la variable diámetro en <i>Terminalia catappa</i> Linn en las evaluaciones realizadas.....	40
10. Análisis de varianza de la variable número de hojas en <i>Terminalia catappa</i> Linn en las evaluaciones realizadas.....	41
11. Comparación de medias entre los tratamientos sobre el número de hojas.....	41
12. Análisis de varianza de la variable área foliar por hoja en <i>Terminalia catappa</i> Linn durante la evaluación final.....	42
13. Comparación de medias entre los tratamientos sobre el área foliar	

de <i>Terminalia catappa</i> Linn.	43
14. Análisis de varianza del volumen radicular por planta de <i>Terminalia catappa</i> Linn durante la evaluación final.	44
15. Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis sobre el volumen radicular de <i>Terminalia catappa</i> Linn.	44
16. ANVA de la altura en <i>Terminalia catappa</i> Linn al inicio del estudio.	59
17. Efecto principal de los bioles sobre la altura al inicio del estudio.	59
18. Efecto principal de las dosis sobre la altura al inicio del estudio.	59
19. ANVA de la variable altura en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 30 días de la primera aplicación de bioles.	60
20. Efecto principal de los bioles sobre la altura a los 30 días de la primera aplicación.	61
21. Efecto principal de las dosis sobre la altura a los 30 días de la primera aplicación.	61
22. ANVA de la variable altura en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 60 días de la primera aplicación de bioles.	62
23. Efecto principal de los bioles sobre la altura a los 60 días de la primera aplicación.	62
24. Efecto principal de las dosis sobre la altura a los 60 días de la primera aplicación.	62
25. ANVA de la variable altura en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 90 días de la primera aplicación de bioles.	63
26. Efecto principal de los bioles sobre la altura a los 90 días de la primera aplicación.	64

27. Efecto principal de las dosis sobre la altura a los 90 días de la primera aplicación.....	64
28. ANVA de la variable diámetro del tallo en <i>Terminalia catappa</i> Linn al inicio del estudio.....	65
29. Efecto principal de los bioles sobre el diámetro del tallo a inicio del experimento.....	65
30. Efecto principal de las dosis sobre el diámetro del tallo al inicio del estudio.....	65
31. ANVA de la variable diámetro del tallo en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 30 días de la primera aplicación de bioles.....	66
32. Efecto principal de los bioles sobre el diámetro del tallo a los 30 días de la primera aplicación.....	67
33. Efecto principal de las dosis sobre el diámetro del tallo a los 30 días de la primera aplicación.....	67
34. ANVA de la variable diámetro del tallo en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 60 días de la primera aplicación de bioles.....	68
35. Efecto principal de los bioles sobre el diámetro del tallo a los 60 días de la primera aplicación.....	68
36. Efecto principal de las dosis sobre el diámetro del tallo a los 60 días de la primera aplicación.....	68
37. ANVA de la variable diámetro del tallo en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 90 días de la primera aplicación de bioles.....	69
38. Efecto principal de los bioles sobre el diámetro del tallo a los 90 días de la primera aplicación.....	70

39. Efecto principal de las dosis sobre el diámetro del tallo a los 90 días de la primera aplicación.....	70
40. ANVA de la variable número de hojas en <i>Terminalia catappa</i> Linn al inicio del estudio.....	71
41. Efecto principal de los bioles sobre el número de hojas al inicio del estudio.	71
42. Efecto principal de las dosis sobre el número de hojas al inicio del estudio.	71
43. ANVA de la variable número de hojas en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 30 días de la primera aplicación de bioles.	72
44. Efecto principal de los bioles sobre el número de hojas a los 30 días de la primera aplicación.....	73
45. Efecto principal de las dosis sobre el número de hojas a los 30 días de la primera aplicación.....	73
46. ANVA de la variable número de hojas en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 60 días de la primera aplicación de bioles.	74
47. Efecto principal de los bioles sobre el número de hojas a los 60 días de la primera aplicación.....	74
48. Efecto principal de las dosis sobre el número de hojas a los 60 días de la primera aplicación.....	74
49. ANVA de la variable número de hojas en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 90 días de la primera aplicación de bioles.	75
50. Efecto principal de los bioles sobre el número de hojas a los 90 días de la primera aplicación.....	76

51. Efecto principal de las dosis sobre el número de hojas a los 90 días de la primera aplicación.....	76
52. ANVA de la variable área foliar en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 90 días de la primera aplicación de bioles.	77
53. Efecto principal de los bioles sobre el número de hojas a los 90 días de la primera aplicación.....	77
54. Efecto principal de las dosis sobre el número de hojas a los 90 días de la primera aplicación.....	77
55. ANVA de la variable volumen radicular en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 90 días de la primera aplicación de bioles.	78
56. Efecto principal de los bioles sobre el volumen radicular en <i>Terminalia catappa</i> Linn a los 90 días de la primera aplicación.....	79
57. Efecto principal de las dosis sobre el volumen radicular a los 90 días de la primera aplicación.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Interacción de las dosis y los bioles sobre la variable altura de planta.	60
2. Interacción de los bioles y las dosis sobre la altura a los 30 días de la primera aplicación.	61
3. Interacción de los bioles y las dosis sobre la altura a los 60 días de la primera aplicación.	63
4. Interacción de los bioles y las dosis sobre la altura a los 90 días.	64
5. Interacción de los bioles y las dosis sobre el diámetro del tallo a inicio del estudio.	66
6. Interacción de los bioles y las dosis sobre el diámetro del tallo a los 30 días de la primera aplicación.	67
7. Interacción de los bioles y las dosis sobre el diámetro del tallo a los 60 días de la primera aplicación.	69
8. Interacción de los bioles y las dosis sobre el diámetro del tallo a los 90 días.	70
9. Interacción de los bioles y las dosis sobre el número de hojas al inicio del estudio.	72
10. Interacción de los bioles y las dosis sobre el número de hojas a los 30 días de la primera aplicación.	73
11. Interacción de los bioles y las dosis sobre el número de hojas a los 60 días de la primera aplicación.	75

12. Interacción de los bioles y las dosis sobre el número de hojas a los 90 días de la primera aplicación.....	76
13. Interacción de los bioles y las dosis sobre el área foliar de hojas a los 90 días de la primera aplicación.....	78
14. Análisis fisicoquímico de los bioles.....	80
15. Preparación de los bioles.....	81
15. Mezcla de todos los ingredientes para los bioles.....	81
16. Bioles de vaca, cuy y cerdo.....	82
17. Incorporación del biol al recipiente.....	82
18. Fermentación anaeróbica de los bioles.....	83
19. Ubicación de los tratamientos.....	83
20. Aplicación de las dosis de bioles en <i>Terminalia catappa</i> Linn.....	84
21. Medición de la altura y diámetro de <i>Terminalia catappa</i> Linn.....	84
22. Muestra de plantas de cada tratamiento para obtener volumen radicular y área foliar.....	84

RESUMEN

La utilización de fertilizantes químicos origina problemas ambientales y sociales de muchas áreas rurales a nivel mundial, afectando la calidad de vida de las personas, en esta investigación se busca una alternativa mediante el uso de bioles, los cuales tendrán resultados en el crecimiento de las plantas. Para esto se tendrá el objetivo de preparar y evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de bioles en el crecimiento del almendro (*Terminalia catappa* Linn), el cual se realizó en el vivero Forestal y Ornamental de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), Tingo María, región Huánuco. Se utilizó el factor biol (b1 = Biol de vaca, b2 = Biol de cuy y b3 = Biol de cerdo) y el factor dosis (d1 = 50 ml, d2 = 100 ml, d3 = 150 ml y d4=0 ml) establecidos bajo un Diseño Completamente al Azar (D.C.A), con arreglo factorial de la forma 3B x 4D incluido el testigo, se evaluó y analizó las variables a los 0, 30, 60 y 90 días desde la primera aplicación mediante el análisis de varianza y la prueba Tukey ($p < 0.05$). La altura, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar presentó similares efecto de la aplicación de los bioles y las dosis no presentó interacción entre los factores; por lo cual se hizo el análisis de los efectos principales del factor dosis (150 ml) sobre la altura que fue significativo. El volumen radicular fue diferente al aplicarse los bioles en diferentes dosis, siendo favorecido por el efecto del biol (cuy) a una dosis de 150 ml. No se encontró diferencias en los efectos simples, ni hubo interacción de los factores.

I. INTRODUCCIÓN

Durante la mal llamada "revolución verde" se fomentó la ampliación, extensión e intensificación de la producción agropecuaria, el cual provocó la utilización de fertilizantes químicos. Esto originó problemas ambientales y sociales de muchas áreas rurales a nivel mundial, afectando la salud de trabajadores agrícolas y consumidores. En la actualidad la tendencia mundial es utilizar productos naturales; en tal sentido el uso de los bioles representa una alternativa viable para la producción de plantones, teniendo un bajo costo y menos contaminante para el medio ambiente (TORRES, 2008).

AMAGUAÑA (2009) indica que las plantas requieren de nutrientes para un buen desarrollo: Una vez que la semilla ha germinado y ha formado una plántula, su desarrollo posterior dependerá de los nutrientes que pueda absorber del medio. Una planta bien nutrida, no solo tendrá un buen desarrollo sino que también será más resistente al ataque de insectos y patógenos, de ahí la importancia de los bioles que son productos líquidos que contienen nutrientes que son asimilados fácilmente por la planta haciéndola más vigorosas y resistentes, favoreciendo su desarrollo.

En los viveros forestales la obtención de plantones se presenta básicamente de dos maneras: con abonamiento (fertilizante) y sin ella, con

resultados variados y con aumento de costos en los sistemas productivos y consecuencias ambientales que se generan con el uso de los fertilizantes; por otro lado, la obtención y uso de los bioles es sencilla y poco costosa; asimismo existen limitados trabajos de investigación respecto al almendro (*Terminalia catappa* Linn) y esta especie en la etapa de vivero presenta un crecimiento lento hasta alcanzar alturas favorables para plantar en periodos prolongados que son entre cuatro a cinco meses después del repique (JOHN, (1989),

La investigación busca una alternativa a los fertilizantes químicos altamente solubles, los cuales son muy caros y vuelven dependientes a los campesinos, haciéndolos cada vez más pobres y con graves consecuencias ambientales. Mediante el uso de bioles tendrán resultados en el crecimiento de sus plantas. Los resultados ratifican la hipótesis de que la aplicación de las tres dosis de bioles tiene influencia en el crecimiento de las variables biométricas del almendro (*Terminalia catappa* Linn), a excepción del volumen radicular. Por lo que se obtuvo los siguientes objetivos.

1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de bioles en el crecimiento de *Terminalia catappa* L. "almendro".

1.2. Objetivos específicos

- Medir el crecimiento en altura, diámetro y número de hojas, usando tres dosis de bioles en el almendro (*Terminalia catappa* Linn).

- Estimar el área foliar y volumen radicular del almendro (*Terminalia catappa* Linn.).
- Determinar la dosis más adecuada y el tipo de biol que logra un mejor crecimiento del almendro (*Terminalia catappa* Linn).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos generales del almendro (*Terminalia catappa* Linn)

2.1.1. Taxonomía de la especie

Cronquist (1981), citado por MOSTACERO (2002) lo clasifica:

Reino : Plantae

Clase : Magnoliopsida

Orden : Myrtales

Familia : COMBRETACEAE

Género : *Terminalia*

Especie : *catappa* L.

Nombre botánico : *Terminalia catappa* Linn.

Nombre vulgar : Almendro, falsa castaña

2.1.2. Distribución geográfica

JHON (1989) menciona que la almendra es nativa a las áreas costeras del este de la India, las islas de Andamán, Indochina, Malasia, Indonesia, el norte de Australia, Oceanía, las Filipinas y Taiwán. Esta área se

encuentra entre las latitudes 20° N. y 20° S., y las longitudes 85° E. y 170° E.

La especie se ha naturalizado y se planta extensamente en las tierras bajas de regiones tropicales en el resto del mundo.

2.1.3. Ecología

Respecto al clima, SEMICOL (2011) señala que su óptimo desarrollo lo alcanza con precipitaciones entre 700 y 1500 mm anuales y temperaturas media anual.

JHON (1989) indica que la almendra crece mejor en un clima tropical húmedo. La experiencia adquirida en Puerto Rico indica que puede sobrevivir con una precipitación tan baja como de 750 mm. El mejor crecimiento parece ocurrir en áreas que reciben más de 1500 mm de precipitación. En la mayor parte de las áreas, la especie pierde sus hojas dos veces al año, con un despliegue foliar previo a la caída de las hojas de color rojo y amarillo encendido.

La pérdida de las hojas le ayuda a tolerar una o dos temporadas secas anuales en las áreas en donde ocurren. Las temperaturas cálidas a través de todo el año son preferibles, pero la almendra tolera con facilidad las temperaturas frescas en el invierno. Su distribución en el sur de la Florida indicaría que puede tolerar las heladas ligeras ocasionales.

JHON (1989) menciona que a pesar de que la almendra crece cuando se le planta en tierras elevadas, el hábitat natural de la especie se encuentra en áreas apenas tierra adentro de playas marítimas, cerca de la boca de los ríos y en planicies costeras. Estas áreas son típicamente planas, pero

pueden tener dunas o riscos.

La especie crece en mayores concentraciones sobre arenas o arenas margosas, y cuando las perturbaciones le permiten dominar la vegetación en competencia, se comporta muy bien sobre limo, margas y arcillas. Los valores de pH de los suelos son por lo usual de neutrales a moderadamente alcalinos y ricos en bases. Sin embargo, puede crecer también en suelos fuertemente ácidos. En los suelos arcillosos, requiere de un buen drenaje.

2.1.4. Descripción botánica

Las hojas están dispuestas en espiral o agrupadas hacia el final de los tallos, de obovadas a elíptico-ovadas, de 20 - 25 x 11 - 14 cm, las inflorescencias son axilares, espiciformes, de 6 - 15 cm de largo, con numerosas flores, las masculinas hacia el ápice y de menor tamaño que las bisexuales; pétalos ausentes, estambres 10, con los filamentos de 2 - 3 mm, glabros, insertos en el tubo del cáliz.

El fruto mide de 4 - 7 cm de largo y 2.5 - 4 cm de ancho; son algo aplanados, tienen forma ovoide, de color verde rojizo, su superficie es de consistencia dura, su parte más interna es carnosa y cada uno con una semilla con 3 - 5 cm de largo y 1.5 - 2 cm de ancho, son de color amarillo, fibroso y reticulado (SEMICOL, 2011).

2.1.5. Silvicultura

SEMICOL (2011) sostiene que con un contenido de humedad de 7 a 8%, las semillas pueden ser almacenadas en recipientes herméticos (vidrio o

plástico grueso) a una temperatura de 18 °C en cámara de almacenamiento u oficina con aire acondicionado. Las semillas se cortan por el borde y se dejan en remojo durante 3 días, posteriormente se siembran en bolsas de polietileno y al medir los 20 a 30 cm de altura se siembran en el lugar definitivo.

La semilla debe quedar cubierta con el sustrato, más o menos a 0.5 a 1 cm de profundidad, es una especie heliófita que demanda bastante luz solar. El sustrato debe estar permanentemente húmedo durante la germinación sin exceso y se debe preparar la cama del germinador con 2 partes de tierra negra bien cernida, mezclada con una parte de arena o cascarilla de arroz quemada.

2.1.6. Usos

JHON (1989) menciona que el valor principal de la almendra es como un árbol de ornamento y de sombra. Es favorecido por el encendido color de su follaje antes de la caída de las hojas, por la simetría estratificada de sus ramas y por su forma placentera a la vista, y debido a que crece en una variedad de suelos y en relleno de construcción. Es favorecido en especial cerca del mar debido a que puede soportar el rocío salino.

Un valor secundario de la almendra es por las nueces (semillas) que produce. Estas semillas, comidas ya sea cruda o tostada, tienen un sabor similar al de las nueces de la almendra comercial.

La madera es de un atractivo color que va de marrón amarillo a rojo, pero no se usa extensamente debido a que no se encuentra disponible en grandes cantidades. Se seca rápidamente, con un encogimiento radial del 4.5

por ciento y un encogimiento tangencial del 5.7 %.

La almendra se trabaja a máquina con bastante facilidad, y puede ser usada para muebles, ebanistería, pisos, chapa decorativa y construcción general liviana. La madera de casi todas las especies del género *Terminalia* no es penetrada con facilidad por los agentes preservativos. La corteza y las nueces se usan de manera limitada para el curtido. Las hojas y la corteza rinden un tinte negro, y el follaje se usa como alimento para los gusanos de seda tipo "tasar". En unas pocas áreas de la India, el jugo de las hojas jóvenes se usa para el tratamiento de enfermedades de la piel y para dolores de cabeza, y la corteza se usa en el tratamiento de la disentería y la ictericia.

2.1.7. Etapa de brinzal hasta la madurez

2.1.7.1. Crecimiento y rendimiento

JOHN (1989) argumenta que la tasa de crecimiento de la almendra no ha sido bien estudiada. En una prueba en Samoa Occidental, se alcanzó una altura promedio de 16 m y un diámetro promedio de 19 cm en un período de 9 años. A pesar de que se conoce de la existencia de varios individuos de gran tamaño, la mayoría de árboles de almendra en Puerto Rico alcanzan una altura de solamente 15 a 25 m.

El crecimiento en altura durante la etapa de poste es de alrededor de 1 m por año, y el crecimiento en diámetro es usualmente de alrededor de 1 cm por año a través de la mayoría de la vida del individuo. Los árboles de almendra cultivados para ornamento viven por lo normal alrededor de 60 años.

En los buenos sitios, los individuos pueden alcanzar una altura de 30 m y un diámetro de 1.2 m. Los fustes son rectos por lo usual, con unas longitudes comerciales de 8 a 10 m.

JOHN (1989) menciona que no hay reglas disponibles para el espaciamiento y el manejo de la almendra. Mientras no se reporte mejor información, se sugieren unos espaciamientos iniciales de 3 por 3 m, con un entresacado a los 10 a 15 años para productos de madera en rollo. Para los maderos aserrables, unas rotaciones de entre 30 y 45 años son probablemente realísticas.

2.1.7.2. Comportamiento radical

JOHN (1989) menciona que la especie tiene por lo normal raíces profundas en la arena. A veces se desarrollan unos sistemas radicales laterales superficiales como respuesta a la existencia de agua subterránea poco profunda, y esto puede llevar a la volcadura fácil por los vientos.

2.2. Biol o biofertilizantes líquidos

INIA (2008) menciona que el biol es un abono orgánico líquido resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes.

RESTREPO (2007) menciona que son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol de vaca muy fresca, disuelta en agua y enriquecida con leche, melaza y ceniza,

que se ha colocado a fermentar por varios días en toneles o tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico (sin la presencia de oxígeno) y muchas veces enriquecidos con harina de rocas molidas o algunas sales minerales; como son los sulfatos de magnesio, zinc, cobre, etc.

SUQUILANDA (1996) menciona que es una fuente orgánica de fitoreguladores, en pequeñas cantidades es capaz de provocar y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades:

Enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), amplía la base foliar, mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, indica que además, aplicado conjuntamente con el agua de riego, no solo mejora la estructura del suelo, sino que por las hormonas y precursores hormonales que contiene, conlleva a un mejor desarrollo radicular de las plantas y a una mejor actividad de los microorganismos del suelo.

2.2.1. Utilidad de los bioles

RESTREPO (2007) indica que sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad de las planta, y al mismo tiempo que sirven para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. Por otro lado, sirven para sustituir los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria, los cuales son muy caros y vuelven dependientes a los campesinos, haciéndolos cada vez más pobres.

MEDINA (1990) menciona que es una fuente de fitoreguladores que en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y

estimular el desarrollo de las plantas sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: enraizamiento (aumenta y fortalece la masa radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, lo que determina un aumento significativo de las cosechas.

2.2.2. Función de los biofertilizantes

Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y co-enzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo (RESTREPO, 2007).

2.2.3. Funciones de los ingredientes

2.2.3.1. Estiércol

RESTREPO (2007) señala que tiene principalmente la función de aportar los ingredientes vivos (microorganismos) para que ocurra la fermentación del biofertilizante.

Aporta principalmente inóculos o semillas de levaduras, hongos, protozoos y bacterias; los cuales son directamente los responsables de digerir, metabolizar y colocar de forma disponible para las plantas y el suelo todos los

elementos nutritivos que se encuentran en el caldo vivo que se está fermentando en el tanque.

2.2.3.2. Leche

RESTREPO (2007) menciona que principalmente tiene la función de reavivar el biopreparado, de la misma forma que lo hace la melaza; aporta proteínas, vitaminas, grasa y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de la fermentación del biofertilizante, al mismo tiempo les permite el medio propicio para la reproducción de la microbiología de la fermentación.

2.2.3.3. La melaza

ESCOBAR (2010) menciona que es la principal fuente energética para la fermentación, favorece y multiplica la actividad microbiológica, es rica en potasio, calcio y magnesio, contiene gran cantidad de boro.

2.2.3.4. Ceniza

RESTREPO (2007) indica que la principal función es proporcionar minerales y elementos trazas al biofertilizante para activar y enriquecer la fermentación.

Dependiendo del origen de la misma y en la falta de las sales minerales, esta puede llegar a sustituirlas (las mejores cenizas para hacer los biopreparados son las que se originan a partir de las gramíneas, ejemplo: cascarilla de arroz, bagazo de caña y maíz).

2.2.3.5. El agua

ESCOBAR (2010) indica que su principal objetivo es homogenizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono. RESTREPO (2007) menciona que tiene la función de facilitar el medio líquido donde se multiplican todas las reacciones bioenergéticas y químicas de la fermentación anaeróbica del biol.

2.2.4. Disponibilidad de bioles para aplicar a los cultivos

ESPIÑOZA (1987) menciona que los bioles estarán listos para ser utilizados cuando después de prepararlos, cuando finalice el periodo más activo de la fermentación anaeróbica del estiércol, lo cual es verificado cuando haya paralizado por completo la salida de los gases por la manguera que está conectada a la tapa del biofermentador y a la botella descartable. SUQUILANDA (1996) indica que al no existir más formación de burbujas el biofertilizante estará listo para su uso, por experiencia el periodo de fermentación se da durante los primeros 15 a 20 días después de su preparación, sin embargo a este periodo le sigue el tiempo de maduración, de igual forma como sucede en la fabricación de vinos; por lo tanto, le recomendamos que mientras más tiempo se añeje o se envejezca el biofertilizante en el recipiente original, este será de mejor calidad. El periodo de envejecimiento puede durar de 2 hasta 3 meses.

2.2.5. Composición química de los bioles

APARCANA (2008) indica que aproximadamente el 90% de material que ingresa al biogestor se transforma en biol. La composición química depende

mucho del tipo de residuos que entran en el biogestor. Se puede decir que cada biol es único. COLQUE (2005) indica la siguiente composición química: N 4%, P disponible 68 ppm, K disponible 480 ppm, H 6.10, C.E.2 mmhos/cm.

Cuadro 1. Composición química de bioles.

Componente	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	Fuente 4
Ph	7.96	8.1	No menciona	6.7 - 7.9
Materia seca	4.18%	4.20%	No menciona	1.40%
Nitrógeno total	2.63 g/Kg	2.4 g/Kg	0.2 g/Kg	0.9g/Kg
NH4	1.27 g/Kg	1.08 g/Kg	No menciona	No menciona
Fosforo	0.43 g/Kg	1.01 g/Kg	0.076 g/Kg	0.048 mg/Kg
Potasio	2.66 g/Kg	2.94 g/Kg	4.2 g/Kg	0.29 mg/Kg
Calcio	1.05 g/Kg	0.5 g/Kg	0.056 g/Kg	2.1 g/Kg
Magnesio	0.38 g/Kg	No menciona	0.131 g/Kg	0.14%
Sodio	0.404 g/Kg	No menciona	2.1 g/Kg	No menciona
Azufre	No menciona	No menciona	6.4 mg/Kg	0.33 mg/l
Carbono	No menciona	No menciona	1.1 g/Kg	0.23 - 0.30
Aluminio	No menciona	No menciona	0.04 mg/Kg	No menciona
Boro	No menciona	No menciona	0.56 mg/Kg	No menciona
Zinc	No menciona	No menciona	No menciona	0.05 mg/l

Fuente 1: Biol de estiércol de vacuno (POTSCH, 2004).

Fuente 2: Biol de mezcla de sustratos: Estiércol de vacunos y restos de comida casera (ZETHNER, 2002).

Fuente 3: Biol de banano promedio hojas, tallos y frutos (CLARK *et al.*, 2007).

Fuente 4: Biol de estiércol de vacuno (ITINTEC, 1980).

2.2.6. Aplicaciones del biol

SUQUILANDA (1996) indica en riegos por aspersión o por goteo se

pueden mezclar 100 litros de agua con 1 litro de biol, para mejorar la actividad radicular y microorganismos del suelo.

CLAURE (1992) sugiere que es recomendable mojar la semilla en biol, previamente a la siembra en concentraciones del 12.5 – 25%. El biol por su riqueza en tiamina y triptófano así como en purinas y auxinas, permite una germinación más rápida, lo mismo que un notable crecimiento de las raíces.

SUQUILANDA (1996) añade que depende de cada cultivo, remojando la semilla en una concentración del 10 al 20% para semillas de cubierta delgada y entre el 25 a 50% para semillas de cubierta gruesa.

MEDINA (1990) menciona que no es recomendable la utilización del biol puro al follaje de las plantas, ni tampoco de las semillas antes de la siembra por el efecto depresivo que puede ofrecer la presencia de metionina como precursor de etileno.

RESTREPO (2007) señala que la concentración de su aplicación en tratamientos foliares es del 5% al 10%, o sea, se aplican de 5 a 10 litros del biopreparado para cada 100 litros de agua que se apliquen sobre los cultivos. No olvidar colar el biofertilizante antes de aplicarlo. Otra medida para la aplicación es la de utilizar de 1 a 1 ½ litros del biofertilizante por cada bomba de 20 litros de capacidad.

SUQUILANDA (1996) señala que la aplicación de biol al follaje se debe considerar los momentos de mayor actividad fisiológico de los cultivos; es decir, unas dos o tres veces durante las etapas críticas del cultivo, mojando bien

las hojas con unos 400 – 800 litros de solución/ha, dependiendo de la edad del cultivo y aplicando con boquillas de alta presión en abanico.

2.3. Nutrición a través de las hojas

BIZZOZERO (2006) considera que la fertilización foliar se trata de la posibilidad de alimentar a las plantas regando, mojando o pulverizando las hojas. Generalmente, en las plantas que conocemos, el tallo recibe los nutrientes a partir de la raíz y los productos de la fotosíntesis sintetizados en las hojas son trasladados a todos los órganos, vía tallo. Estas crecen inmersas en un medio capaz de proporcionarles todos los factores de crecimiento; agua, nutrientes, CO₂ y luz difusa, y todas las partes del vegetal son capaces de realizar las dos funciones básicas: absorción de nutrientes y fotosíntesis.

BIZZOZERO (2006) señala que la aplicación de fertilizantes foliares ha demostrado ser muy útil para la corrección de deficiencias de micronutrientes, los cuales son requeridos en pequeñas cantidades, resultando efectiva incluso si ésta es la única vía de penetración de estos elementos y que la corrección de clorosis (amarillamiento) está demostrada en muchos cultivos tras la adición foliar de micronutrientes. Las aplicaciones foliares deberían hacerse de forma periódica (cada dos días por ejemplo) y en bajas diluciones, más que aplicar una vez y mucho.

2.3.1. Mecanismos de absorción a través de las hojas

GARCÍA y PEÑA (1995) indican que las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrimentos como son las raíces; sin

embargo, los estudios han demostrado que los nutrimentos en solución si son absorbidos aunque no en toda la cutícula foliar, pero sí, en áreas puntiformes las cuales coinciden con la posición de los ectotesmos que se proyectan radialmente en la pared celular.

Franke (1986), citado por BASANTES (2009) menciona que estas áreas puntiformes sirven para excretar soluciones acuosas de la hoja, por lo tanto, también son apropiadas para el proceso inverso, esto es, penetración de soluciones acuosas con nutrimentos hacia la hoja.

GARCÍA y PEÑA (1995) señalan que el proceso de absorción de nutrimentos comienza con la aspersion de gotas muy finas sobre la superficie de la hoja de una solución acuosa que lleva un nutrimento o nutrimentos en cantidades convenientes. La hoja está cubierta por una capa de cutina que forma una película discontinua llamada cutícula, aparentemente impermeable y repelente al agua por su naturaleza lipofílica, la pared externa de las células epidermales, debajo de la cutícula, consiste de una mezcla de pectina , hemicelulosa y cera, y tiene una estructura formada por fibras entrelazadas; dependiendo de la textura de éstas es el tamaño de espacios que quedan entre ellas, llamados espacios interfibriles, caracterizados por ser permeables al agua y a sustancias disueltas en ella.

2.4. Los nutrimentos y su relación con las funciones fisiológicas

FAO (2002) indica que dieciséis elementos son esenciales para el crecimiento de una gran mayoría de plantas y éstos provienen del aire y del suelo circundante. En el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo. Dentro

del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio y los secundarios magnesio, azufre y calcio. Los micronutrientes o microelementos son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta,

2.4.1. Nitrógeno

SORIA (2008) señala que es requerido para mantener el crecimiento de la planta y sus órganos, entendiéndose por crecimiento el incremento de tamaño, producto de dos procesos definidos como división celular y luego paralela a ella, la elongación celular, que en conjunto hace el crecimiento. El N es requerido en grandes cantidades para la formación de sustancias nitrogenadas, que se mueven con el agua y se almacenan en los tejidos (tallo y raíz), en la mayoría de las especies, la fase juvenil necesita de N para formar materia verde en el proceso de crecimiento.

2.4.2. Fósforo

DINAH (2004) señala que el fósforo estimula el crecimiento pero en menor medida que el nitrógeno, estando implicado básicamente en el crecimiento de la raíz mejorando por ende la captura del nitrógeno por las plantas. El fósforo le da la fuerza necesaria a la planta para que se mantenga rígida y pueda así sostener todas sus partes.

También promueve el buen desarrollo de las raíces y fortalece el

ciclo de cada planta. La falta de fósforo se reconoce porque las hojas se oscurecen más de lo normal. La planta deja de florecer o florece muy poco y las raíces dejan de crecer.

2.4.3. Potasio

DINAH (2004) califica al potasio como un elemento indispensable para la fotosíntesis de las plantas. Sin este elemento, la planta no puede cumplir su ciclo normalmente. Sin potasio las hojas muestran severos cambios de color que pueden ser en tonalidades amarillentas o verde muy pálido con manchas cafés. Las plantas también muestran algunos cambios cuando les falta algún otro componente como zinc, hierro, magnesio, calcio y otros. SORIA (2008) considera estimulador de la formación de azúcares, esto se debe a la capacidad que tiene para activar determinadas proteínas en el metabolismo asimilador. Favorece la síntesis de proteínas y aumenta la actividad de enzimas, los carbohidratos deben ser aprovechados en el proceso de formación de las flores.

2.4.4. Magnesio

FAO (2002), menciona que el Magnesio (Mg) es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes.

2.4.5. Azufre

FAO (2002) indica que el Azufre (S) es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila. En la

mayoría de las plantas suple del 0.2 al 0.3 (0.05 a 0.5) por ciento del extracto seco. Por ello, es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada.

2.4.6. Calcio

FAO (2002) señala que el Calcio (Ca) es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas.

2.5. Antecedentes sobre fertilización con bioles

TORRES (2008) menciona que el efecto de la fertilización con bioles durante la fase de vivero de *Swietenia macrophylla* (caoba), el objetivo fue analizar las diferencias que se presentan al realizar una fertilización orgánica frente a la fertilización convencional y la no fertilización durante la fase de vivero de plantas de caoba evaluando dos veces por semana parámetros tales como emisión foliar y altura de la planta, siendo los tratamientos distintas dosis de biofertilizantes de los cuales incluye dentro de su composición, dos tipos de biofertilizantes uno que contuvo como biomasa solo estiércol y otro con material vegetal de *Salix humboldtiana* y estiércol aplicados en tres diferentes concentraciones cada uno, un control absoluto y un tratamiento convencional (5 g de urea/litro de agua) y parámetros evaluados en esta investigación presentaron resultados estadísticamente no significativos, lo que nos lleva a afirmar que la caoba bajo estas condiciones no requiere ningún tipo de fertilización.

DUICELA (2003) indica que el uso de bioles aplicado tanto al follaje

de los cafetos como al suelo de los cafetales, favoreció el desarrollo vegetativo y el incremento de la producción del café arábigo, el rendimiento de los cafetos tiende a ser mayor a medida que se incrementan las dosis de biol al follaje. La dosis de biol aplicado al follaje, que favoreció el rendimiento máximo de los cafetales, fue del 33% de concentración y la aplicación de biol al suelo más apropiada para incrementar la producción de los cafetales fue del 61% de concentración.

BASANTES (2009) argumenta que para la elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brócoli, basado en un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones por tratamiento. El material experimental lo constituyeron los estiércoles bovino y ovino, harina de sangre, viva fosfórica, ceniza de leña y plántulas de brócoli. Evaluando variables como: calidad de biol, altura de la planta, número de hojas/planta, las variables de campo; el tratamiento T8 (Estiércol de ovino), con 54.47 cm a los 74 ddt alcanzo la mayor altura de planta y mayor número de hojas con 16,35 hojas/planta a los 74 ddt.

AMAGUAÑA (2009) señala que durante evaluación de tres biofertilizantes frente a tres dosis de aplicación en el tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), la aplicación de biofertilizantes no influye en las características agronómicas de altura de planta, días a la floración, altura de primera flor y días a la fructificación; por lo que se demuestra que el biofertilizante no responde en la primeras etapas fisiológicas, mientras en las variables de días de cosecha y rendimiento si existe significancia.

CÉSPEDES (s/d) indica que durante la evaluación del efecto de la aplicación foliar de tres dosis de biol sobre el desarrollo y estado nutricional del palmito (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en etapa de vivero por medio de comparaciones ortogonales se pudo apreciar estadísticamente que la aplicación de biol ofrece mejores resultados en cuanto a crecimiento en altura y diámetro, en relación con la aplicación del testigo.

WONG y JIMÉNEZ (s/d) menciona que se utilizó fuentes orgánicas para la elaboración de biofertilizantes líquidos a base de estiércoles vacuno y caprino, para ser aplicados en fase de vivero a algarrobo (*Prosopis juliflora*). El objetivo fue comparar el efecto de los biofertilizante, sobre parámetros agronómicos como altura de planta, número de hojas y mortalidad.

El ensayo se realizó bajo un DCA, con 8 tratamientos y 3 réplicas. En cada tratamiento, se hicieron aplicaciones semanales de biofertilizantes (dosis de 10, 30 y 70 % de concentración), además de un control absoluto y un control químico a base de urea.

El Adeva, para las variables altura de planta y número de hojas fue significativo, lo cual indica que los biofertilizantes tienen efecto al ser aplicados al algarrobo. Esto se corrobora con el poco tiempo (37 días) en el que permanecieron las plantas en la fase de vivero. PINO (2005) encontró que biol más calcio a una concentración de 75% fue eficaz en banana.

2.6. Área foliar

HERBERT (2004) menciona que la estimación del área foliar

constituye un índice importante para establecer la capacidad de las plantas para interceptar la luz, realizar fotosíntesis y producir bienes agrícolas. En general, una alta productividad requiere una interceptación adecuada que aproveche al máximo la radiación solar incidente.

KOZLOWSKY (1991) indica que la determinación del área foliar de las plantas tiene gran importancia en los estudios relacionados con su crecimiento y desarrollo, dado que en las hojas se sintetizan los carbohidratos que van a repartirse en los diferentes órganos. La capacidad de fotosíntesis de las plantas está directamente relacionada con la superficie foliar expresada como índice de área foliar.

NORKYS y DÁMASO (1999) argumenta que la estimación del área foliar en plantas jóvenes de níspero determinaron que en plantas que crecieron bajo una estructura de techo transparente, desarrollaron mayor número de hojas y de mayor tamaño que aquellas que crecían en un umbráculo con menor intensidad de luz.

TERUEL (1995) señala que el área foliar es uno de los parámetros más significativos en la evaluación del crecimiento de las plantas; su adecuada determinación durante el ciclo del cultivo posibilita conocer el crecimiento y el desarrollo de la planta, la eficiencia fotosintética y, en consecuencia, la producción total de la planta.

2.7. Raíces

Duvdevani (1964), citado por KRAMER (1989) manifiesta que los

sistemas de raíces tienen cuatro funciones importantes: la absorción, la fijación, el almacenamiento y la síntesis de varios compuestos orgánicos. Prácticamente, todos los minerales y el agua absorbidos por las plantas terrestres penetran por sus raíces. Es cierto que las hojas pueden absorber agua y solutos, pero la absorción foliar del agua es insignificante si se compara con la absorción por las raíces.

KRAMER (1987) indica que el pH del suelo y la clase de concentración de iones tienen importantes efectos sobre el crecimiento de la raíz. Una abundancia de ciertos elementos esenciales, especialmente fósforo y nitrógeno, estimula el crecimiento de las raíces pero más aún el crecimiento de los vástagos, de modo que la producción raíces/vástagos es generalmente más baja en un suelo fértil que en un suelo que no lo sea.

No se sabe acerca de los efectos de iones específicos, pero se reconoce que el fósforo estimula el crecimiento de las raíces y que las deficiencias de boro y de calcio en el ámbito de las raíces tienen por resultados ramas cortas y gruesas y causan la muerte de muchos puntos de raíces. La incapacidad, por parte de las raíces, de penetrar profundamente en ciertos suelos, se relaciona más estrechamente con la carencia de alimentos que con resistencia mecánica o aireación deficiente. De este modo, sucede a menudo que el aflojarse el subsuelo no se incrementa la profundidad de arraigo a menos que se le agreguen alimentos (KRAMER, 1987).

ALZUGARAY *et al.* (2004) argumentan que el efecto radicular y la tasa de fertilización el comportamiento en terreno de plantas de pino oregón que la

mezcla de fertilizantes que contenía iguales proporciones de tres fertilizantes con diferentes efectos residuales y similares concentraciones de NPK, fue aplicado en el fondo del hoyo de plantación de pino (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) en cinco dosis por planta. Después de dos temporadas de crecimiento en terreno, no existió interacción entre volumen radicular y la dosis de fertilización para la supervivencia y crecimiento inicial de las plantas. Aquellas plantas con mayor volumen radicular sobrevivieron y presentaron las más altas tasas de supervivencia y crecimiento en altura y diámetro y se desarrollaron mejor que aquellas con menor volumen radicular.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la investigación

3.1.1. Ubicación política y geográfica

La investigación se realizó en el vivero forestal y ornamental perteneciente a la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

Políticamente ubicado en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado y región Huánuco, cuyas coordenadas geográficas son 09° 09' 00" (Latitud Sur) y 75° 59'00" (Longitud Oeste).

3.1.2. Ecología

De acuerdo, a la clasificación de zonas de vida y de formaciones vegetales del mundo de HOLDRIDGE (1982), Tingo María se encuentra ubicado en la formación vegetal en transición entre un bosque muy húmedo Premontano Sub Tropical (bmh-PST).

3.1.3. Clima y altitud

Presenta una temperatura máxima de 29.4 °C, mínima de 19.2 °C, y media de 24.3 °C, precipitación promedio anual 3300 mm, humedad relativa 87 % y la altitud de 660 msnm (SENAMHI, 2009; citado por REÁTEGUI, 2010).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales de campo

- Para la elaboración del biodigestor se utilizó depósitos de plásticos de 35 litros con tapa, mangueras, botellas plásticas y silicona.
- En la aplicación de los tratamientos se empleó botellas de 1 litro, colador, jarra milimetrada y pulverizadores.
- En la toma de datos se utilizó libreta de campo, letreros y tarjetas para la identificación de los tratamientos, regla milimetrada, vernier mecánico.

3.2.2. Material experimental

- Material botánico: plántulas de almendro (*Terminalia catappa* Linn) de un mes y medio de edad con 1 – 3 pares de hojas.
- Materiales orgánicos: estiércol de vaca, cuy, cerdo (fresco) ceniza, leche, melaza, levadura, agua de roca y agua sin tratar.

3.2.3. Materiales de laboratorio

Los materiales de laboratorio fueron la balanza analítica, sacabocado (1.5 cm) de circunferencia y la probeta.

3.2.4. Materiales de escritorio

- Se utilizó cámara fotográfica, computadora y papeles.

3.3. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con doce tratamientos y 4 repeticiones con arreglo factorial de la forma 3A x 4B, en el cual el factor A corresponde a los bioles (b) y el factor B corresponde a la dosis (d), dentro de las combinaciones se encuentra el testigo, sin el uso de bioles.

Factor A: Bioles (b)

- b_1 = Biol elaborado del estiércol de ganado vacuno
- b_2 = Biol elaborado del estiércol de cuy
- b_3 = Biol elaborado del estiércol de ganado porcino

Factor B = Dosis (d)

- d_1 = 50 ml de biol por litro de agua
- d_2 = 100 ml de biol por litro de agua
- d_3 = 150 ml de biol por litro de agua
- d_4 = 0 ml de biol por litro de agua (Testigo)

3.3.1. Tratamientos utilizados

Se evaluaron doce combinaciones denominado tratamientos con 4 repeticiones.

Cuadro 2. Descripción de las combinaciones de los factores bioles y dosis.

Nº tratamientos	Combinación	Biofertilizante	Dosis
T ₁	b ₁ d ₁	Vacuno	50 ml/L
T ₂	b ₁ d ₂	Vacuno	100 ml/L
T ₃	b ₁ d ₃	Vacuno	150 ml/L
T ₄	b ₁ d ₄	-	0 ml/L
T ₅	b ₂ d ₁	Cuy	50 ml/L
T ₆	b ₂ d ₂	Cuy	100 ml/L
T ₇	b ₂ d ₃	Cuy	150 ml/L
T ₈	b ₂ d ₄	-	0 ml/L
T ₉	b ₃ d ₁	Porcino	50 ml/L
T ₁₀	b ₃ d ₂	Porcino	100 ml/L
T ₁₁	b ₃ d ₃	Porcino	150 ml/L
T ₁₂	b ₃ d ₃	--	0 ml/L

3.3.2. Características del experimento

El área total de la investigación fue de 8.04 m² con 12 tratamientos y 4 repeticiones, utilizando un total de 192 plantas o unidades experimentales.

3.3.3. Esquema del análisis de varianza

El análisis de varianza presentó en la fuente de variación la significancia de las combinaciones, el factor biol, el factor dosis, la interacción de los bioles con las dosis y la comparación entre el tratamiento testigo y las combinaciones (Cuadro 3).

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza.

FV	GL	SC	CM	F
Tratamiento	11	SC _{trat}	SC _{trat} /GL _{trat}	CM _{trat} /CM _{error}
Bioles (b)	2	SC _A	SC _A /GL _A	CM _A /CM _{error}
Dosis (d)	3	SC _B	SC _B /GL _B	CM _B /CM _{error}
AxB	6	SC _{AB}	SC _{AB} /GL _{AB}	CM _{AB} /CM _{error}
Error experimental	25	SC _{error}	SC _{error} /GL _{error}	
Total	47	SC _{total}	SC _{Total} /GL _{total}	

3.3.4. Modelo aditivo lineal

Las variables a evaluar estuvieron influenciadas por diversos componentes, las cuales se expresaron en la ecuación de la forma:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Para:

$i = 1, 2, 3$, dosis

$j = 1, 2, 3$ bioles

$k = 1, 2, 3, 4$ = repeticiones

Dónde:

μ = Parámetro, efecto medio

A_i = Efecto del i ésimo factor biol

B_j = Efecto de la j ésimo dosis de biol

AB_{ij} = Interacción entre los niveles del factor biol y dosis

ϵ_{ijk} = Error experimental para cada observación (ij)

Y_{ijk} = Observación en la unidad experimental

3.4. Metodología

3.4.1. Preparación de los bioles

3.4.1.1. Recolección de los residuos orgánicos

Los residuos orgánicos como el estiércol procedente de ganado vacuno, porcino y la crianza de cuy fueron recogidos de las instalaciones de crianza en la granja a cargo de la Facultad de Zootecnia donde se encuentran dichos animales, éstos fueron recogidos considerando que se encontraran lo más fresco posible, para obtener bioles con mayores concentraciones de nutrimentos.

3.4.1.2. Obtención del agua de roca

El agua de roca se obtuvo calentando las rocas denominadas basálticas, cuarcita y esquisto al rojo vivo en una fogata, luego se puso a hervir en una olla y de esta manera se obtuvo los minerales diluidos en el agua.

3.4.1.3. Preparación de los bioles

En la elaboración de los bioles se ha utilizado una galonera de plástico con 35 litros de capacidad, primeramente se disolvió en un balde con 10 litros de agua no tratada los 5.5 kilos de estiércol de ganado vacuno, 0.5 kg de ceniza, se removió hasta lograr una mezcla homogénea; en otro recipiente se diluyó 3.5 litros de agua no tratada, 220 ml de leche, 220 ml de melaza, 15 g de

levadura, 0.5 litros de agua de roca y se le agregó al recipiente de plástico con 35 litros de capacidad.

Se añadió la mezcla hasta completar los 20 litros del total de recipiente, esto se realizó con la finalidad de que el espacio restante quede para la generación de gases. Se tapó herméticamente el recipiente para el inicio de la fermentación anaeróbica de los bioles y se conectó el sistema de evacuación de gases para lo cual se utilizó la manguera conectado en un extremo dentro del recipiente y con el otro sumergido en una botella descartable llena de agua, para evitar el ingreso de oxígeno.

Se colocaron los recipientes a la sombra y a temperatura ambiente, protegiéndolo del sol y de las lluvias durante 40 días, cuando ya no se observó la presencia de burbujas en la botella con agua se consideró que el biol estaba listo para su uso, aspecto considerado en base a lo mencionado por BASANTES (2009). Para la preparación del biol empleando estiércol de cuy y cerdo, se procedió de manera similar a lo mencionado anteriormente.

3.4.2. Descripción de los componentes de los bioles

Los bioles presentaron los siguientes componentes para su elaboración las cuales diferenciaran su efecto (Cuadro 4).

Cuadro 4. Componentes de los bioles.

Bioles	Componentes utilizados
Biol de vacuno	5.5 Kg de estiércol de vaca, 220 ml de leche, 220 ml de melaza, 0.5 kg de ceniza, 15 g de levadura, 0.5 litro agua de roca y agua no tratada.

Biol de cuy	5.5 Kg de estiércol de cuy, 220 ml de leche, 220 ml de melaza, 0.5kg de ceniza, 15 g de levadura, 0.5 litro agua de roca y agua no tratada.
Biol de cerdo	5.5 Kg de estiércol de cerdo, 220 ml de leche, 220 ml de melaza, 0.5 kg de ceniza, 15 g de levadura, 0.5 litro agua de roca y agua no tratada.

3.4.2.1. Aplicaciones de los tratamientos

Las aplicaciones se realizaron de acuerdo a las dosis establecidas en el Cuadro 2. Estas aplicaciones se realizaron de forma manual empleando un aspersor con una capacidad de un litro; se aplicó el biofertilizante en la parte del tallo y hojas asegurándose que queden bien mojadas, estas aplicaciones se realizaron en horas de la mañana y cuando el día no presentaba precipitación alguna. Para evaluar el efecto de las dosis de los bioles se realizaron las aplicaciones en periodos de cada 15 días.

3.4.2.2. Labores culturales durante la etapa de vivero

Para el correcto crecimiento de las unidades experimentales, se procedió a realizar los riegos de acuerdo a la necesidad de las plantas en horas de la mañana, la vegetación competitiva que germinaba y crecía alrededor de las plantas se las eliminaba manualmente. También se limpió en los alrededores de las camas de cría y las calles de los tratamientos ubicados.

3.4.3. Datos registrados

3.4.3.1. Análisis fisicoquímico de los bioles

Se realizó el análisis fisicoquímico de los bioles, específicamente del

contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica y ceniza, considerados importantes por BASANTES (2009). El análisis se realizó en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía (Anexo N° 2).

3.4.3.2. Variables evaluadas

a. Medición de altura y diámetro

Se realizó cuatro evaluaciones, la inicial, al mes, 2 meses y tres meses después de aplicada los tratamientos en estudio. Para la medición de esta variable en los plantones, se procedió a utilizar una regla milimetrada, midiendo desde el nivel del sustrato (cuello de la planta) hasta la yema apical donde culmina el tallo. Para el caso del diámetro, se consideró 1 centímetro sobre el cuello de los plantones y se utilizó un vernier mecánico.

b. Número de hojas por planta

Se realizó en forma simultánea con la medición de la altura total y diámetro del tallo. Para los datos de número de hojas se ha realizado el conteo directo en cada unidad experimental.

c. Cálculo del área foliar

Para la evaluación de esta variable se procedió a eliminar las unidades experimentales al final de la investigación, tomándolas al azar por cada tratamiento, representando una muestra del 12.5 % (20 plantas) del total (192 plantas).

La determinación del área foliar se realizó por el método del

sacabocado, bajo el siguiente procedimiento; de cada planta se cogió al azar hojas de la parte superior, media e inferior, haciendo un total de 6 hojas por planta; el área foliar, se obtuvo por el método de relación peso: área del “sacabocado” de 1.5 cm de diámetro (área = 1.7672 cm²), el cual es explicado de la siguiente manera: a cada hoja de la muestra se le determinó su masa fresca, extrayendo seis discos de tejidos de cada lámina foliar, luego, se obtuvo la masa fresca de los discos (PIRE y VALENZUELA, 1995). Seguidamente, se calculó el área foliar de cada hoja, a través de la relación entre el peso fresco y el área unitaria del disco, así:

$$\text{Área foliar por hoja} = \frac{\text{peso fresco lamina de la hoja} \times \text{área del disco}}{\text{Peso fresco promedio de los discos}}$$

Peso fresco promedio de los discos

d. Volumen radicular

El volumen radicular se determinó por el principio de Arquímedes, sumergiendo la raíz en un peso conocido de agua destilada, registrando el incremento de peso correspondiente, que representa el volumen desplazado por la raíz.

3.4.4. Análisis de datos

Los datos recogidos de campo se procedieron a digitalizar en el programa Ms Excel 2010 formando cuadros con columnas denominados factor B, factor D, repetición y los datos de las respectivas variables evaluadas. Seguidamente mediante el programa SAS v 9 se procedió a obtener el análisis de varianza (ANVA) a un 95% de confiabilidad; si alguno de los estadísticos F

correspondientes a los efectos principales resultó ser significativo, se efectuó las comparaciones post hoc, ya que los estadísticos F del ANOVA únicamente permiten contrastar la hipótesis general de que los promedios comparados son iguales, al rechazar esa hipótesis, se sabe que existen diferencias, pero no se sabe el orden de mérito en que se encuentran.

Para determinar qué promedio en concreto difiere de las demás combinaciones o factores, se utilizó un tipo particular de contrastes denominados comparaciones múltiples post hoc o comparaciones a posteriori (prueba Tukey) en el programa SAS.

Finalmente, los promedios obtenidos en el programa SAS se utilizaron en el Excel para obtener las respectivas figuras y cuadros.

IV. RESULTADOS

4.1. Crecimiento en altura, diámetro y número de hojas, usando tres dosis de bioles en el almendro (*Terminalia catappa* Linn)

4.1.1. Efecto del crecimiento en altura

En el cuadro 5 se presenta los análisis de varianzas de las cuatro evaluaciones registradas durante los 90 días. En la evaluación inicial y a los 30 días solo se encontró diferencias estadísticas significativas en el factor dosis, posiblemente pueda deberse a los tamaños heterogéneos de algunas plantas.

A 60 días, se determinó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el factor dosis, no hubo interacción entre los factores. A 90 días se presentó diferencias estadísticas entre tratamientos, así mismo en bioles y las dosis pero no hubo interacción.

Cuadro 5. Análisis de variancia de la altura de *Terminalia catappa* Linn en las evaluaciones registradas.

FV	GL	0 días		30 días		60 días		90 días	
		CM	F	CM	F	CM	F	CM	F
Tratamiento	11	2.75	0.18 ^{NS}	5.71	0.446 ^{NS}	44.12	0.00*	114.81	0.00*
Bioles (A)	2	0.97	0.61 ^{NS}	0.57	0.905 ^{NS}	32.39	0.08 ^{NS}	103.53	0.00*
Dosis (B)	3	8.77	0.01*	15.62	0.045*	119.68	0.00*	313.97	0.00*

A*B	6	0.34	0.98 ^{NS}	2.47	0.856 ^{NS}	10.26	0.56 ^{NS}	18.99	0.39*
Error	25	1.97		5.70		12.58		17.91	
Total	47								

α : 0.05; NS: No significativo; *: significativo

La aplicación de los diferentes bioles solo mostró diferencias estadísticas significativas a los 90 días, siendo los bioles a base de cuy y cerdo los que mostraron una mayor significancia en el crecimiento en altura de almendro (cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba Tukey del efecto principal del factor biol sobre la altura total de *Terminalia catappa* Linn.

Bioles	0 días	30 días	60 días	90 días
Vaca	11.131 ^a	17.59 ^a	24.26 ^a	31.84 ^b
Cuy	11.222 ^a	17.72 ^a	25.36 ^a	33.75 ^a
Cerdo	11.375 ^a	17.77 ^a	25.59 ^a	34.25 ^a

La aplicación de diferentes dosis de bioles mostro diferencias estadísticas significativas. Antes de la aplicación de los productos, se encontraron plantas con promedios similares.

A los 30, 60 y 90 días desde la primera aplicación de las diferentes dosis, se encontró diferencias significativas entre las dosis, siendo la de 150 ml de biol la que alcanza mayores valores promedio en altura.

Cuadro 7. Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis sobre la altura total de *Terminalia catappa* Linn.

Dosis	0 días	30 días	60 días	90 días
0 ml	11.79 ^a	17.14 ^b	23.45 ^c	30.44 ^b
50 ml	11.07 ^{ab}	17.37 ^{ab}	24.12 ^{bc}	31.82 ^{ab}
100 ml	10.78 ^b	17.83 ^{ab}	25.77 ^{ab}	35.16 ^{ab}
150 ml	11.79 ^{ab}	18.44 ^a	26.93 ^a	35.70 ^a

En el cuadro 8 se puede observar las diferencias entre los tratamientos siendo el T₁₀ (biol porcino 100 ml/L), T₇ (biol de cuy 150 ml/L) y T₁₁ (Biol de porcino 150 ml/L) los que obtuvieron los mayores promedios en crecimiento en altura y los más bajos el T₁ (biol de vacuno 50 ml/L) y los testigos.

Cuadro 8. Comparación de medias entre los tratamientos sobre el crecimiento en altura.

Tratamiento	Promedio	Tukey (0.05)		
T1	30.39	c		
T12	30.43	c		
T4	30.43	c		
T8	30.43	c		
T9	31.33	bc	bc	
T2	33	abc	abc	abc
T3	33.53	abc	abc	abc
T5	33.73	abc	abc	abc
T6	36.06		ab	ab
T10	36.41			a
T7	36.76			a
T11	36.80			a

4.1.2. Influencia en el crecimiento en diámetro del tallo

En el cuadro 9 se observa los análisis de varianza de las cuatro evaluaciones registradas durante los 90 días. En las cuatro evaluaciones no se ha encontrado diferencias estadísticas entre los tratamientos, el factor biol, el factor dosis y además no hubo interacción.

Cuadro 9. Análisis de varianza de la variable diámetro en *Terminalia catappa* Linn en las evaluaciones realizadas.

FV	GL	0 días		30 días		60 días		90 días	
		CM	F	CM	F	CM	F	CM	F
Tratamiento	11	0.0002	0.999 ^{NS}	0.001	0.935 ^{NS}	0.006	0.403 ^{NS}	0.008	0.592 ^{NS}
Bioles (A)	2	0.0002	0.844 ^{NS}	0.002	0.428 ^{NS}	0.000	0.920 ^{NS}	0.005	0.601 ^{NS}
Dosis (B)	3	0.0001	0.974 ^{NS}	0.000	0.860 ^{NS}	0.005	0.501 ^{NS}	0.008	0.425 ^{NS}
A*B	6	0.0003	0.978 ^{NS}	0.001	0.877 ^{NS}	0.009	0.178 ^{NS}	0.008	0.483 ^{NS}
Error	25	0.001		0.002		0.006		0.009	
Total	47								

α : 0.05; NS: No significativo.

4.1.3. Influencia en el número de hojas

En el cuadro 10 se representa el resumen de los análisis de varianzas para las cuatro evaluaciones registradas durante 90 días, En la evaluación inicial y a los 30 días del experimento no se ha encontrado diferencias estadísticas significativas.

A los 60 días después de la primera aplicación del biol, no se ha encontrado diferencias estadísticas entre los tratamientos y el factor biol pero fue significativo el factor dosis, no hubo interacción entre los factores. A los 90 días se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de varianza de la variable número de hojas en *Terminalia catappa* Linn en las evaluaciones realizadas.

FV	GL	0 días		30 días		60 días		90 días	
		CM	F	CM	F	CM	F	CM	F
Tratamiento	11	0.8120	0.5234 ^{NS}	2.4527	0.3563 ^{NS}	7.99	0.09 ^{NS}	19.46	0.02*
Bioles (A)	2	0.3958	0.6397 ^{NS}	0.6927	0.7314 ^{NS}	9.44	0.15 ^{NS}	23.57	0.07 ^{NS}
Dosis (B)	3	2.3108	0.0526 ^{NS}	6.8958	0.0274 ^{NS}	14.44	0.03*	38.42	0.01*
A*B	6	0.2014	0.9672 ^{NS}	0.8177	0.8974 ^{NS}	4.29	0.51 ^{NS}	8.62	0.45 ^{NS}
Error	25	0.88		2.21		4.85		8.89	
Total	47								

α : 0.05; NS: No significativo, *:significativo

La aplicación de los diferentes bioles solo mostró efectos sobre el número de hojas a los 90 días, para ello se realizó una comparación entre tratamientos siendo el T₇ (biol de cuy 150 ml/L) el que mostró mejor crecimiento en número de hojas y los más bajos T₁ y los testigos que están agrupados juntos.

Cuadro 11. Comparación de medias entre los tratamientos sobre el número de hojas.

Tratamientos	Promedio	Tukey (0.05)	
T1	13.7	b	
T12	13.7	b	
T4	13.7	b	
T8	13.7	b	
T2	13.9	a	b
T5	14.1	a	b
T3	14.7	a	b

T9	15.0	a	b
T11	15.3	a	b
T10	15.4	a	b
T6	15.8	a	b
T7	17		a

4.2. Determinación del área foliar y volumen radicular del almendro (*Terminalia catappa* Linn)

4.2.1. Influencia en el área foliar por hoja

El cuadro 10 representa el análisis de varianza de la variable área foliar por hoja registrada durante los 90 días; en el cual se puede observar que no ha presentado diferencias estadísticas, los tratamientos, el factor biol ni el factor dosis, además que no se ha encontrado interacción en los tratamientos.

Cuadro 12. Análisis de varianza de la variable área foliar por hoja en *Terminalia catappa* Linn durante la evaluación final.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	349,834a	11	31.80	0.67	0.76 ^{NS}
Bioles	58	2	28.78	0.61	0.55 ^{NS}
Dosis	219	3	72.83	1.53	0.21 ^{NS}
Bioles * Dosis	74	6	12.30	0.26	0.95 ^{NS}
Error	6265	25	47.46		
Total	46675	47			

α : 0.05; NS: No significativo.

La aplicación de los diferentes bioles, mostraron valores promedios similares estadísticamente sobre el área foliar por hoja, siendo el biol generado en base al estiércol de cuy que presentó mayor área foliar. A pesar de no haber

presentado diferencias estadísticas entre los tratamientos se presenta el (cuadro 13) para observar los promedios.

Cuadro 13. Comparación de medias entre los tratamientos sobre el área foliar de *Terminalia catappa* Linn.

Tratamiento	Promedio (ml)	Tukey (0.05)
T1	15.30	a
T5	15.47	a
T9	15.51	a
T12	15.58	a
T4	15.58	a
T8	15.58	a
T2	15.90	a
T10	16.39	a
T3	17.29	a
T11	18.49	a
T7	19.31	a
T6	19.76	a

4.2.2. Influencia en el volumen radicular

El Cuadro 14 representa el análisis de varianza para la variable volumen radicular registrada a los 90 días después de la primera aplicación de los bioles; no se ha presentado diferencias estadísticas, entre el tratamiento y el factor bioles, ni presento interacción, solo el factor dosis ha presentado

diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

Cuadro 14. Análisis de varianza del volumen radicular por planta de *Terminalia catappa* Linn durante la evaluación final.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	1686,458a	11	153.31	2.13	0.10 ^{NS}
Bioles	252	2	126.04	1.75	0.21 ^{NS}
Dosis	1228	3	409.38	5.70	0.01*
Bioles * Dosis	206	6	34.38	0.48	0.81 ^{NS}
Error	863	25	71.88		
Total	2632675	47			

NS: No significativo; *: Significancia estadística ($\alpha: 0.05$).

La aplicación de las dosis de bioles, mostraron valores promedios diferentes estadísticamente para la variable volumen radicular, siendo el la dosis de 150 ml con mayor efecto sobre la acumulación del volumen radicular, con un promedio de 335 ml superando a las demás dosis (Cuadro 15).

Cuadro 15. Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis sobre el volumen radicular de *Terminalia catappa* Linn.

Dosis	Promedio (ml)	Tukey (0.05)
0 ml	320	b
50 ml	330	a b
100 ml	330	a b
150 ml	335	a

V. DISCUSIÓN

5.1. Crecimiento en altura, diámetro, número de hojas, usando tres dosis de bioles en el almendro (*Terminalia catappa* Linn)

Respecto a los resultados en la evaluación de altura de planta, diámetro del tallo y números de hojas, sólo se observó efecto en la altura, y a partir de la tercera evaluación (90 días) resultando las mejores combinaciones el biol a base de estiércol de cerdo en una dosis de 150 ml y el biol a base de estiércol de cuy en dosis de 150 ml, la no significancia en la altura de los tratamientos durante las primeras evaluaciones, se puede deber a que durante los primeros meses la planta tiene una fuente principal de nutrientes acumulados en los almendros (cotiledones) de la semilla, a esto se puede sumar los nutrientes que se encuentran en el sustrato que son absorbidos por las raíces que brotan de las semillas.

Mientras que en las variables de diámetro y números de hojas el comportamiento fue estable y homogéneo en todos los tratamientos, esto se debe a que las plantas durante los primeros meses su prioridad es el crecimiento primario, y respecto al número de hojas mayormente se rigen por la leyes genéticas, aunque visualmente se ha observado que las plantas tratadas con biol principalmente de cuy a 150 ml, tenían una mayor cantidad de hojas respecto al testigo, porque las plantas habían desarrollado ramificaciones.

Por otra parte TORRES (2008) en un trabajo de investigación, no encontró efecto significativo de la fertilización con bioles durante la fase de vivero de caoba (*Swietenia macrophylla*), sobre la emisión foliar y altura de la planta, siendo los tratamientos distintas dosis de bioles a base de solo estiércol de vacuno y otro con material vegetal de *Salix humboldtiana* y estiércol de vacuno aplicados en tres diferentes concentraciones (10%, 30% y 70 %). Quizá la no significancia en este estudio es que tan solo se evaluó hasta 45 días, y además las semillas de caoba acumulan una buena reserva de nutrientes en sus cotiledones que le sirve durante el primer mes de vida.

En otro ensayo WONG y JIMÉNEZ (s/f) mencionan que se encontró en el ANVA, para las variables altura de planta y número de hojas fue significativo, lo cual indica que los bioles a base de estiércol de vacuno y caprino, tienen efecto al ser aplicados al algarrobo (*Prosopis juliflora*), esto se corrobora con el poco tiempo (37 días) en el que permanecieron las plantas en la fase de vivero; los mejores tratamientos fueron bioles de caprino al 30% y 70% y el de vacuno al 10% y 70%.

Asimismo DUICELA (2003) indica que el uso de bioles aplicado tanto al follaje (33% de concentración) de los cafetos como al suelo (61% de concentración) de los cafetales, favoreció el desarrollo vegetativo y el incremento de la producción del café arábigo, el rendimiento de los cafetos tiende a ser mayor a medida que se incrementan las dosis de biol al follaje. También CÉSPEDES (s/f) encontró estadísticamente que en la aplicación foliar de biol ofrece mejores resultados en cuanto a crecimiento en altura y diámetro, en

relación con la aplicación del testigo, sobre el desarrollo y estado nutricional del palmito (*Bactris gasipaes*) y PINO (2005) encontró que biol más calcio a una concentración de 75% fue eficaz en banana.

Como se ha mencionado el desarrollo de la altura de esta planta es importante manejarla en vivero, para reducir su permanencia en el vivero, haciendo que el tiempo de venta disminuya, además por ser una planta ornamental se necesita que sean vigorosas para el trasplante, y uno de los beneficios del uso de bioles es que aporta nutrientes, tal como menciona POTSCH (2004), ZETHNER (2002) e ITINTEC (1980) que se encontraron valores de NPK de 0.9 – 2.6, 0.43 – 1.01, 0.29 – 2.94 g/kg en bioles preparados a base de estiércol de vacuno, además SORIA (2008) menciona que inducen a la formación de fitoalexinas, que son compuestos nocivos para los patógenos, que inhiben su crecimiento, haciéndoles resistentes durante la fase trasplante a campo definitivo.

5.2. Determinación del área foliar y volumen radicular del almendro (*Terminalia catappa* Linn)

5.2.1. Influencia en el área foliar por hoja

La estimación del área foliar constituye un índice importante para establecer la capacidad de las plantas para interceptar la luz, realizar fotosíntesis y producir bienes agrícolas. HERBERT (2004) menciona que en general, una alta productividad requiere un aproveche al máximo la radiación solar incidente. Mientras que KOZLOWSKY (1991) indica que la determinación del área foliar de las plantas tiene gran importancia en los estudios relacionados con su

crecimiento y desarrollo, dado que en las hojas se sintetizan los carbohidratos que van a repartirse en los diferentes órganos. La capacidad de fotosíntesis de las plantas está directamente relacionada con la superficie foliar expresada como índice de área foliar.

Por lo tanto en esta investigación se ha observado que el área foliar por hojas se han desarrollado mejor numéricamente con la aplicación de dosis de bioles a base de estiércol de cuy, por tanto si se hubiera incrementado la dosis a 30% se hubiera esperado una diferencia significativa, además se debe tener en cuenta la frecuencia de las aplicaciones, por ejemplo BIZZOZERO (2006) señala que las aplicaciones foliares deberían hacerse de forma periódica (cada dos días por ejemplo) y en bajas diluciones, más que aplicar una vez y mucho. Hay que tener en cuenta que en las aplicaciones muy concentradas, el biol puede tener efectos secundarios a planta que no le son beneficiosas, ya que MEDINA (1990) menciona que no es recomendable la utilización del biol puro al follaje de las plantas, ni tampoco de las semillas antes de la siembra por el efecto depresivo que puede ofrecer la presencia de metionina como precursor de etileno.

Asimismo para mejorar el efecto de los bioles es importante ayudar con la aplicación al suelo, ya que CLAURE (1992) menciona que añadiendo el biol en el riego, se mejora la estructura del suelo y mejora el desarrollo radicular de las plantas y la actividad de los microorganismos del suelo, además Duvdevani (1964), citado por KRAMER (1989), menciona que es cierto que las hojas pueden absorber agua y solutos, pero la absorción foliar del agua es insignificante si se compara con la absorción por las raíces.

5.2.2. Influencia en el volumen radicular

Para mejorar el efecto de los bioles en la mayoría de las variables en estudio, es importante entender que cada biol es diferente y único, porque no existe una receta única para su preparación, su composición química depende mucho del tipo de residuos que entran en el biogestor (APARCANA, 2008). Además depende la dosis de aplicación, es muy importante tal cómo se ha mencionado en los antecedentes se observado que se han encontrado efectos significativos en dosis de 30% a hasta 70 % de concentración de biol. En el presente trabajo tan solo se ha empelado dosis de 5%, 10% y 15%, tal como sugiere RESTREPO (2007) que la concentración de su aplicación en tratamientos foliares es del 5% al 10%. Sin embargo si se incrementaría al menos a 30% quizás se hubiera podido obtener una alta significancia en el efecto de los factores en estudio en la mayoría de las variables.

VI. CONCLUSIONES

- En la altura, a los 90 días se encontró diferencias significativas, siendo el factor dosis a 150 ml la que mejor crecimiento presento con un promedio de 36.80 cm. El diámetro del tallo no presento diferencias entre los tratamientos siendo el mejor promedio 0.81 cm y el número de hojas en plantas presento diferencias entre tratamientos con el mayor promedio 17 hojas por planta.
- El área foliar no presento diferencias significativas, la mayor área foliar fue de 19.76 cm². El volumen radicular presento efectos diferentes al aplicarse los bioles en las diferentes dosis, encontrando que estas variables fueron favorecidos por los efectos principales del factor biol a base de estiércol de cuy a una dosis de 150 ml, mientras que no se encontró diferencias estadísticas en los efectos simples. No hubo interacción de los
- La dosis que mejor efecto alcanzó fue el de 150 ml y el biol con mejores efectos ha tenido es el que se elaboró en base al estiércol de cuy.

VII. RECOMENDACIONES

- A los técnicos viveristas, aplicar bioles en base a estiércol de cuy con dosis de 150 ml en periodos menores de cada 15 días para obtener plantones de almendro en menor periodo, alcanzando la calidad aceptable para el transporte hacia campo definitivo.
- Ejecutar trabajos que se establezcan experiencias en campo definitivo para verificar la existencia de resultados favorables sobre crecimiento y desarrollo.
- Realizar aplicaciones de bioles al suelo para obtener resultados hipotéticamente favorables.

EFFECT OF THE APPLICATION OF THREE DOSES OF GROWTH BIOL
ALMOND (*Terminalia catappa* Linn) UNDER NURSERY - TINGO MARIA

VIII. ABSTRACT

The use of chemical fertilizers causes environmental and social problems in many rural areas globally, affecting the quality of life of people, the research seeks an alternative using bioles, which will result in the growth of your plants. To do this in order to prepare and evaluate the effect of the application of three doses of bioles growth of almond (*Terminalia catappa* Linn), the research was conducted in the Forest and Ornamental Nursery Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), Tingo María, Huánuco. The biol factor (b1 = cow Biol, Biol b2 = b3 = guinea pig and pig Biol) and the dose factor (50 ml = d1, d2 = 100 ml, 150 ml and d3 = d4 = 0 ml) was used established under a Completely Randomized Design (CRD) whit factorial arrangement 3B x 4D form including him, shall be assessed and analyzed variables at 0, 30, 60 and 90 days after the first application by analysis of variance and Tukey test ($p < 0.05$). The height, stem diameter, number of leaves and leaf area showed similar effects of the application of doses bioles and there was no interaction between the factors; so the analysis of the main effects of factor dose (150 ml) over the height was significant was done. Root volume were different to those applied in the different doses bioles, being favored by the main biological effect factor (guinea pig) at a dose of 150 ml. No differences in simple effects was found, nor was any interaction of factors. The dose effect was more biol guinea pig using 150 ml for plant.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALZUGARAY, P., HAASE D., ROSE, R. 2004. Efecto del volumen radicular y la tasa de fertilización sobre el comportamiento en terreno de plantas de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) producidas con el método 1+1. Instituto Forestal Sed Bio-Bio. 17 p.
- AMAGUAÑA, I. 2009. Evaluación de tres biofertilizantes frente a tres dosis de aplicación en el tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero en Quichinche – Otavalo. Tesis Ing. Agropecuario. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 110 p.
- APARCANA, S. 2008. Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso fermentación anaeróbica para producción de biogás. [En línea]: PROFEC, (http://www.germanprofec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas_ntz.pdf, documentos, 4 Ago. 2011).
- BASANTES, E. 2009. Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brocoli (*Brassica oleraceae* Var. Legacy). Tesis Ing. Agrónomo. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 123 p.
- BIZZOZERO, F. 2006. Tecnologías apropiadas; Biofertilizante nutriendo cultivos

sanos. Montevideo, Uruguay. 49 p.

BOTERO, R., PRESTON, T. 1987. Biodigestores de bajos costos para la producción de combustibles y fertilizantes a partir de excretas. 20 p.

CEDECAP. 2007. Biodigestor de polietileno: Construcción y diseño. [En línea]: CEDECAP, (http://www.cedecap.org.pe/uploads/biblioteca/8bib_arch.pdf documentos, 29 Abr. 2011).

CÉSPEDES, G. s.f. Evaluación del efecto de la aplicación foliar de tres dosis de biol sobre el desarrollo y estado nutricional del palmito (*Bactris gasipaes* h. b. k.) en etapa de vivero en el recinto la Perla (Prov. Imbabura). Tesis Ing. Ciencias Agropecuarias. Santo Domingo, Ecuador. 23 p.

CLAURE, C. 1992. Manejo de efluentes. Proyecto Biogás. Cochabamba, Bolivia UMSS, GTZ. 18 p.

COLQUE, T., RODRÍGUEZ, D., MUJICA, Á., CANAHUA, A., APAZA, V., JACOBSEN, S. 2005. Producción de biol abono líquido natural y ecológico. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria-inia. Estación Experimental ILLPA – PUNO - PERU. [En línea]: INIA, (<http://www.quinoa.life.ku.dk/~media/Quinoa/docs/pdf/Outreach/ManualBiolfinal.ashx>, documentos, 29 Mar. 2010).

DINAH, M. 2004. Manejo de plantas con abonos orgánicos e inorgánicos. [En línea]: Plantasyhogar, (<http://www.plantasyhogar.com>, documentos, 30 Set. 2011).

- DUICELA, L. 2003. Efecto del biol sobre el café arábigo. [En línea]: COFENAC, (<http://www.cofenac.org/documentos/Efecto-del-Biol.pdf>, documentos, 31 Abr. 2011).
- ESCOBAR, A. 2010. Guía de preparación de Bokashi para productores. [En línea]: CREA, (http://www.creapanama.org/files/reports_and_papers/manual_bokashi.pdf, documentos, 25 Mar. 2011).
- ESPINOZA, G. 1987. Composición del biol en base a estiércoles y algas. UNAS. Arequipa, Perú. 59 p.
- FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso. Roma, Italia. 84 p.
- GARCÍA, H., PEÑA, V. 1995. La pared celular, componente fundamental de las células vegetales. UACH. México. 24 p.
- HERBERT, T.J. 2004. A simple model of canopy photosynthesis. University of Miami. College of Arts and Sciences. Department of Biology. [En línea]: (http://www.bio.miami.edu/tom/bil160/bil160goods/plantform/13b_plantform.html, documentos, 6 Set. 2011).
- INIA. 2008. Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad. Producción y uso de biol. Folleto. 11 p.
- JOHN, K. 1989. *Terminalia catappa* L. Indian almond, almendra. SO-ITF-SM-23. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.
- KOSLOWSKI, T., KRAMER, P., PALLARDY, S. 1991. The Physiological Ecology

of Woody Plants. Academic Press. New York.

- KRAMER, P. 1989. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Una síntesis moderna. Industria editorial Mexicana, Reg. N° 723. México. 533 p.
- MEDINA, A. 1990. El biol, fuente de fitoestimulante en el desarrollo agrícola, Programa Especial de Energía. Cochabamba Bolivia, UMSS. GTZ. 58 p.
- NORKYS, M., DÁMASO, B. 1999. Estimación del área foliar en plantas jóvenes de níspero *Manilkara achras* Miller, sometidas a dos ambientes de luz. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Venezuela. [En línea]: UCLA, ([http://cdcht.ucla.edu.ve./bioagro/Rev11\(1\)/3%20Estimaci%C3%B3n%20del%20%C3%A1rea%20foliar.pdf](http://cdcht.ucla.edu.ve./bioagro/Rev11(1)/3%20Estimaci%C3%B3n%20del%20%C3%A1rea%20foliar.pdf)), artículo, 6 Set. 2011).
- PIRE, R., VALENZUELA, I. 1995. Estimación del área foliar en *Vitis vinifera* L. French Colombard a partir de mediciones lineales en las hojas. 23 p.
- REÁTEGUI, M.E. 2010. Evaluación del efecto de tres abonos orgánicos para el crecimiento de *Colubrina glandulosa* Perkins (Shaina), en fase de vivero en Tingo María – Huánuco. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 65 p.
- RESTREPO, J. 2007. Manual práctico, Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Cali, Colombia, Feriva. 178 p.
- SEMICOL. 2011. Almendro. [En línea]: Semicol, (<http://www.semicol.co/semillas/forestalesornamentales/almendro/flypagenew.tpl.html>, documentos, 22 Jun. 2011).

SORIA, N. 2008. XI Congreso ecuatoriano de la ciencia del suelo. Nutrición foliar y defensa natural. [En línea]: secsuelo, (<http://www.secsuelo.org/PDFs%20Articulos/Nutricion/Magistrales/5.%20Ing.%20Norman%20Soria.%20Nutricion%20foliar.pdf>, documentos, 4 Ag. 2011).

SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura orgánica: Alternativa tecnológica del futuro. Ediciones UPS. Quito, Ecuador. P. 221-251.

TERUEL, D.A. 1995. Modelo de índice de área foliar de caña de azúcar en diferentes regímenes hídricos. Escuela Superior de Agricultura, ESALQ, Piracicaba, S.P. Brasil. 93 p.

TORRES, A. 2008. Efecto de la fertilización con bioles durante la fase de vivero de *Swietenia macrophylla* (caoba). Tesis Ing. Agropecuaria. Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 86 p.

VENCICLOPEDIA. 2008. *Terminalia catappa*. [En línea]: venciopedia, (http://venciopedia.com/index.php?title=Terminalia_catappa, documentos, 27 Abr. 2011).

WONG, M., JIMÉNEZ, E. s/f. Comparación del efecto de dos biofertilizantes líquidos a base de estiércol caprino y vacuno sobre parámetros de crecimiento de algarrobo (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) en fase de vivero. Tesis Ing. Agropecuaria. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 7 p.

ANEXO

Anexo 1. Análisis de varianzas y pruebas de Tukey

Cuadro 16. ANVA de la altura en *Terminalia catappa* Linn al inicio del estudio.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	30,282	11	2.753	1.401	0.176
Bioles	1.943	2	0.971	0.494	0.611
Dosis	26.32	3	8.773	4.466	0.005
Bioles * Dosis	2.019	6	0.337	0.171	0.984
Error	353.628	25	1.965		
Total	24652.42	47			

Cuadro 17. Efecto principal de los bioles sobre la altura al inicio del estudio.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	11.131	a
Biol porcino	11.222	a
Biol cuy	11.375	a

Cuadro 18. Efecto principal de las dosis sobre la altura al inicio del estudio.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
100 ml	10.78	b
50 ml	11.07	ab
150 ml	11.33	ab
0 ml	11.79	a

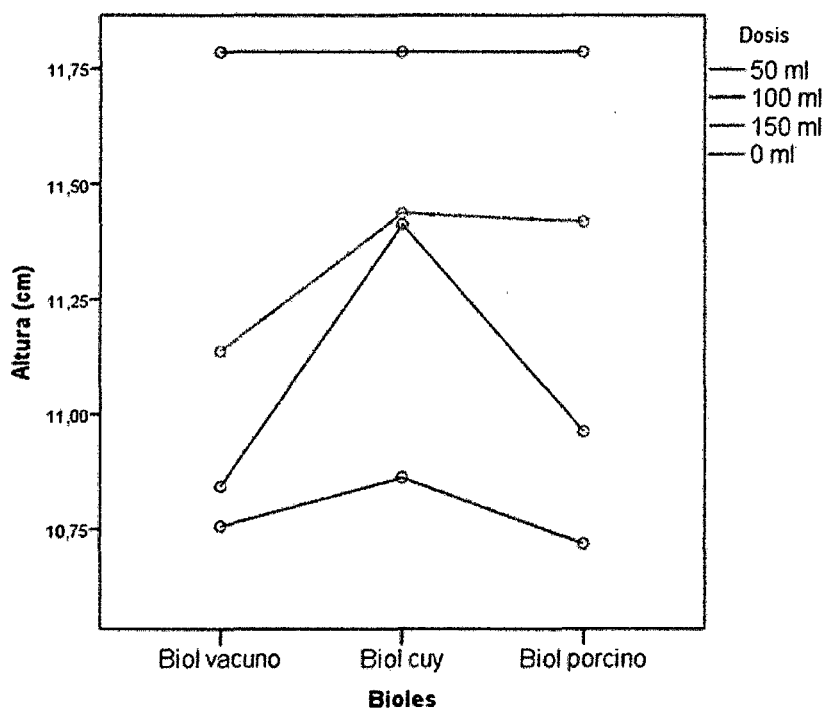


Figura 1. Interacción de las dosis y los bioles sobre la variable altura de planta.

Cuadro 19. ANVA de la variable altura en *Terminalia catappa* Linn a los 30 días de la primera aplicación de bioles.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	62,829	11	5.712	1.002	0.446
Bioles	1.143	2	0.571	0.1	0.905
Dosis	46.873	3	15.624	2.741	0.045
Bioles * Dosis	14.813	6	2.469	0.433	0.856
Error	1025.874	25	5.699		
Total	61201.45	47			

Cuadro 20. Efecto principal de los bioles sobre la altura a los 30 días de la primera aplicación.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	17.59	a
Biol porcino	17.72	a
Biol cuy	17.77	a

Cuadro 21. Efecto principal de las dosis sobre la altura a los 30 días de la primera aplicación.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
0 ml	17.14	b
50 ml	17.37	ab
100 ml	17.83	ab
150 ml	18.44	a

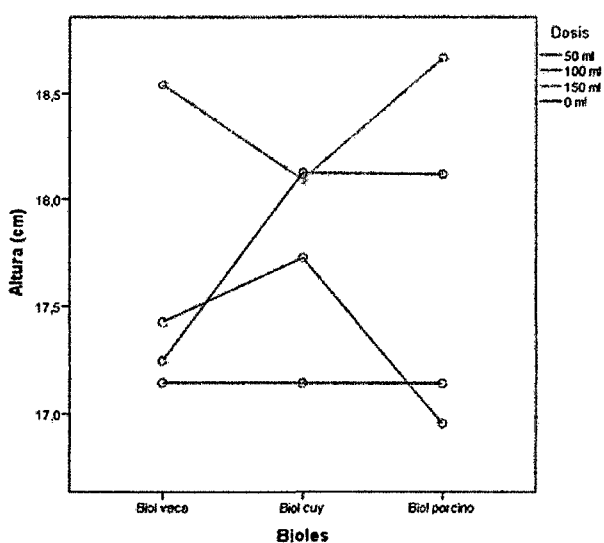


Figura 2. Interacción de los bioles y las dosis sobre la altura a los 30 días de la primera aplicación.

Cuadro 22. ANVA de la variable altura en *Terminalia catappa* Linn a los 60 días de la primera aplicación de bioles.

FV	Suma de cuadrados		Media		
	tipo III	gl	cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	485,346	11	44.12	3.51	0.00
Bioles	64.79	2	32.39	2.58	0.08
Dosis	359.03	3	119.68	9.51	0.00
Bioles *					
Dosis	61.53	6	10.26	0.82	0.56
Error	2264.04	25	12.58		
Total	123415.31	47			

Cuadro 23. Efecto principal de los bioles sobre la altura a los 60 días de la primera aplicación.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	24.26	a
Biol porcino	25.36	a
Biol cuy	25.59	a

Cuadro 24. Efecto principal de las dosis sobre la altura a los 60 días de la primera aplicación.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
0 ml	23.45	c
50 ml	24.12	bc

100 ml	25.77	ab	ab
150 ml	26.93		a

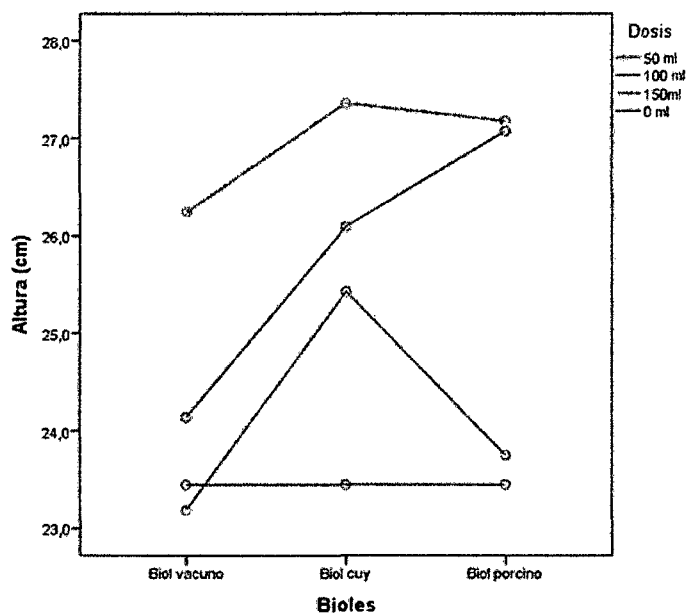


Figura 3. Interacción de los bioles y las dosis sobre la altura a los 60 días de la primera aplicación.

Cuadro 25. ANVA de la variable altura en *Terminalia catappa* Linn a los 90 días de la primera aplicación de bioles.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	1262,909a	11	114.81	6.41	0.00
Bioles	207.05	2	103.53	5.78	0.00
Dosis	941.92	3	313.97	17.53	0.00
Bioles * Dosis	113.94	6	18.99	1.06	0.39
Error	3223.80	25	17.91		
Total	217160.55	47			

Cuadro 26. Efecto principal de los bioles sobre la altura a los 90 días de la primera aplicación.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	31.84	b
Biol porcino	33.75	a
Biol cuy	34.25	a

Cuadro 27. Efecto principal de las dosis sobre la altura a los 90 días de la primera aplicación.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
0 ml	30.44	b
50 ml	31.82	ab
100 ml	35.16	ab
150 ml	35.70	a

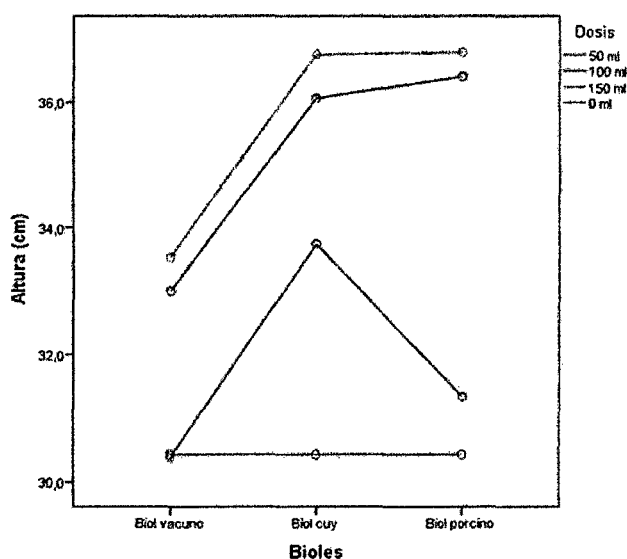


Figura 4. Interacción de los bioles y las dosis sobre la altura a los 90 días.

Cuadro 28. ANVA de la variable diámetro del tallo en *Terminalia catappa* Linn al inicio del estudio.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	,002	11	0.0002	0.1566	0.9992
Bioles	0.0005	2	0.0002	0.1694	0.8443
Dosis	0.0003	3	0.0001	0.0745	0.9736
Bioles * Dosis	0.0015	6	0.0003	0.1934	0.9784
Error	0.2396	25	0.0013		
Total	22.4847	47			

Cuadro 29. Efecto principal de los bioles sobre el diámetro del tallo a inicio del experimento.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol cuy	0.34	a
Biol vacuno	0.34	a
Biol porcino	0.34	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Cuadro 30. Efecto principal de las dosis sobre el diámetro del tallo al inicio del estudio.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
100 ml	0.34	a
0 ml	0.34	a
50 ml	0.34	a
150 ml	0.34	a

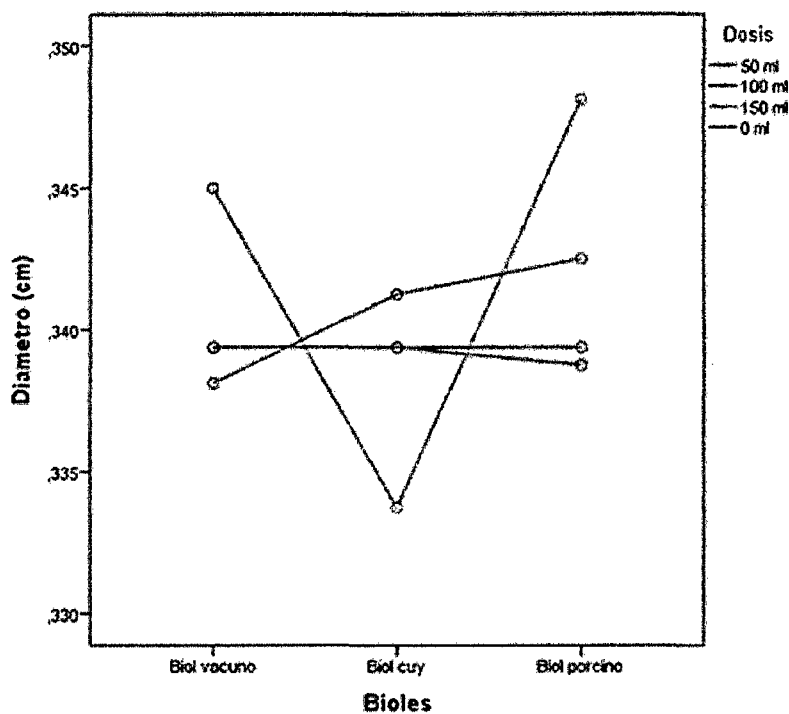


Figura 5. Interacción de los bioles y las dosis sobre el diámetro del tallo a inicio del estudio.

Cuadro 31. ANVA de la variable diámetro del tallo en *Terminalia catappa* Linn a los 30 días de la primera aplicación de bioles.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	,010a	11	0.0009	0.4431	0.9346
Bioles	0.0033	2	0.0017	0.8530	0.4278
Dosis	0.0015	3	0.0005	0.2525	0.8595
Bioles * Dosis	0.0047	6	0.0008	0.4018	0.8772
Error	0.3529	25	0.0020		
Total	35.4431	47			

Cuadro 32. Efecto principal de los bioles sobre el diámetro del tallo a los 30 días de la primera aplicación.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	0.42	a
Biol cuy	0.43	a
Biol porcino	0.43	a

Cuadro 33. Efecto principal de las dosis sobre el diámetro del tallo a los 30 días de la primera aplicación.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
50 ml	0.42	a
100 ml	0.43	a
150 ml	0.43	a
0 ml	0.43	a

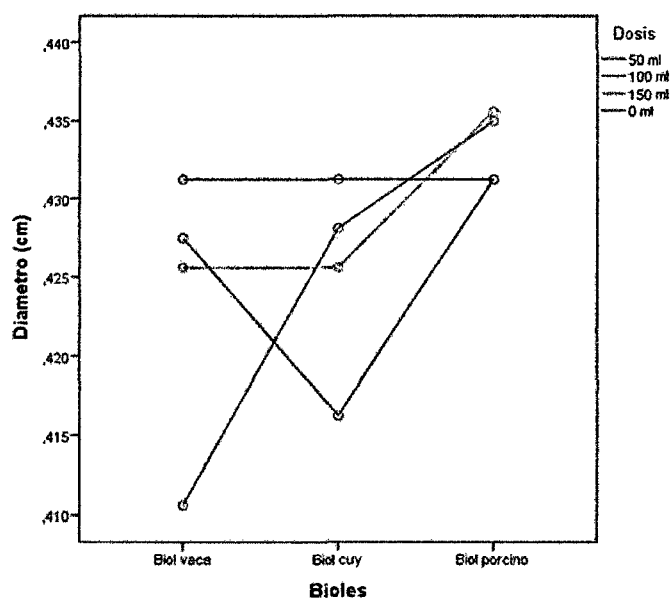


Figura 6. Interacción de los bioles y las dosis sobre el diámetro del tallo a los 30 días de la primera aplicación.

Cuadro 34. ANVA de la variable diámetro del tallo en *Terminalia catappa* Linn a los 60 días de la primera aplicación de bioles.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	,068	11	0.0062	1.0522	0.4028
Bioles	0.0010	2	0.0005	0.0832	0.9202
Dosis	0.0139	3	0.0046	0.7904	0.5007
Bioles * Dosis	0.0530	6	0.0088	1.5061	0.1784
Error	1.0562	25	0.0059		
Total	75.6873	47			

Cuadro 35. Efecto principal de los bioles sobre el diámetro del tallo a los 60 días de la primera aplicación.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	0.62	a
Biol porcino	0.62	a
Biol cuy	0.63	a

Cuadro 36. Efecto principal de las dosis sobre el diámetro del tallo a los 60 días de la primera aplicación.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
50 ml	0.61	a
100 ml	0.62	a
150 ml	0.63	a
0 ml	0.64	a

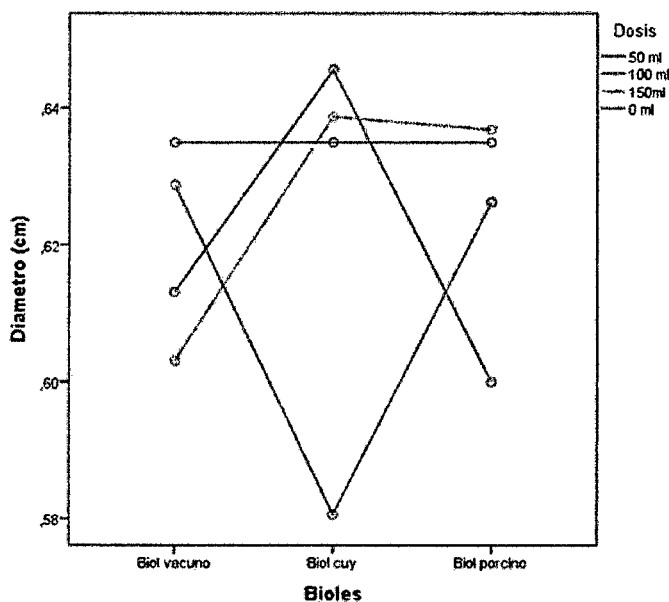


Figura 78. Interacción de los bioles y las dosis sobre el diámetro del tallo a los 60 días de la primera aplicación.

Cuadro 37. ANVA de la variable diámetro del tallo en *Terminalia catappa* Linn a los 90 días de la primera aplicación de bioles.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	,084a	11	0.0077	0.8486	0.5918
Bioles	0.0092	2	0.0046	0.5106	0.6010
Dosis	0.0254	3	0.0085	0.9344	0.4253
Bioles * Dosis	0.0499	6	0.0083	0.9185	0.4829
Error	1.6285	25	0.0090		
Total	121.8089	47			

Cuadro 38. Efecto principal de los bioles sobre el diámetro del tallo a los 90 días de la primera aplicación.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	0.78	a
Biol cuy	0.79	a
Biol porcino	0.80	a

Cuadro 39. Efecto principal de las dosis sobre el diámetro del tallo a los 90 días de la primera aplicación.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
50 ml	0.78	a
100 ml	0.78	a
150 ml	0.80	a
0 ml	0.80	a

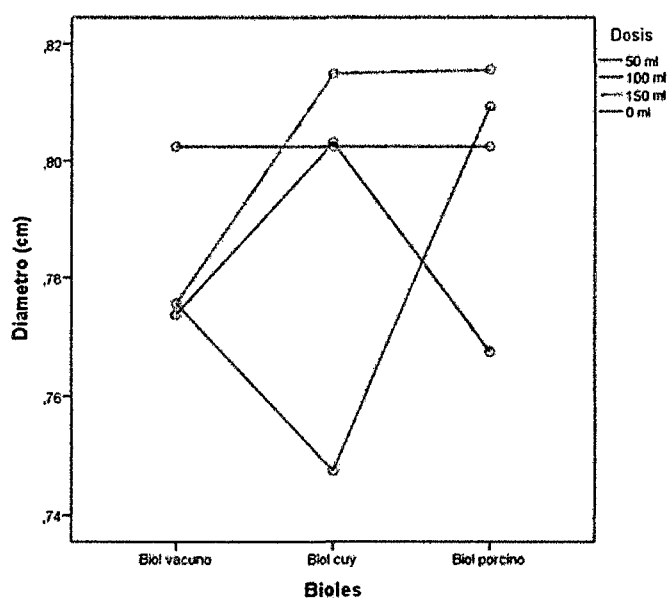


Figura 9. Interacción de los bioles y las dosis sobre el diámetro del tallo a los 90 días.

Cuadro 40. ANVA de la variable número de hojas en *Terminalia catappa* Linn al inicio del estudio.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	8,932	11	0.8120	0.9189	0.5234
Bioles	0.7917	2	0.3958	0.4479	0.6397
Dosis	6.9323	3	2.3108	2.6149	0.0526
Bioles * Dosis	1.2083	6	0.2014	0.2279	0.9672
Error	159.0625	25	0.8837		
Total	1715	47			

Cuadro 41. Efecto principal de los bioles sobre el número de hojas al inicio del estudio.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol cuy	2.77	a
Biol vacuno	2.83	a
Biol porcino	2.92	a

Cuadro 42. Efecto principal de las dosis sobre el número de hojas al inicio del estudio.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
100 ml	2.58	a
0 ml	2.73	a
50 ml	3.00	a
150 ml	3.04	a

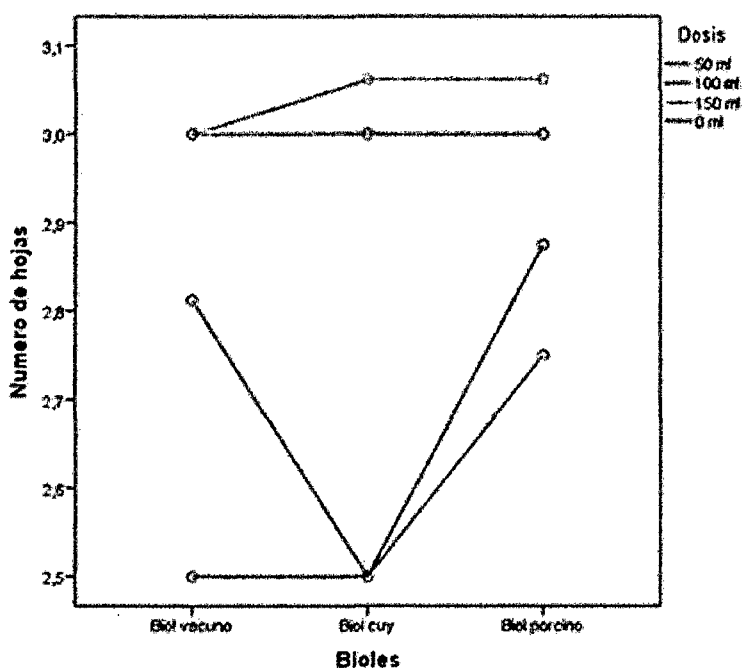


Figura 10. Interacción de los bioles y las dosis sobre el número de hojas al inicio del estudio.

Cuadro 43. ANVA de la variable número de hojas en *Terminalia catappa* Linn a los 30 días de la primera aplicación de bioles.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	26,979	11	2.4527	1.1092	0.3563
Bioles	1.3854	2	0.6927	0.3133	0.7314
Dosis	20.6875	3	6.8958	3.1187	0.0274
Bioles * Dosis	4.9063	6	0.8177	0.3698	0.8974
Error	398.0000	25	2.2111		
Total	9638	47			

Cuadro 44. Efecto principal de los bioles sobre el número de hojas a los 30 días de la primera aplicación.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	6.86	a
Biol cuy	6.88	a
Biol porcino	7.05	a

Cuadro 45. Efecto principal de las dosis sobre el número de hojas a los 30 días de la primera aplicación.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
50 ml	6.56	b
100 ml	6.81	ab
0 ml	6.88	ab
150 ml	7.46	a

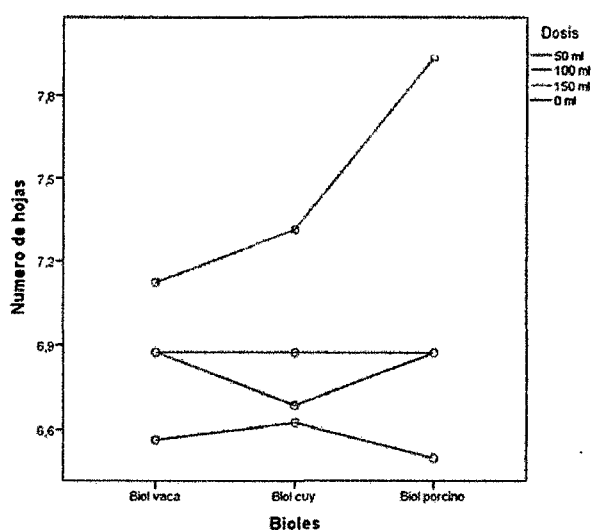


Figura 11. Interacción de los bioles y las dosis sobre el número de hojas a los 30 días de la primera aplicación.

Cuadro 46. ANVA de la variable número de hojas en *Terminalia catappa* Linn a los 60 días de la primera aplicación de bioles.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	87,932	11	7.99	1.65	0.09
Bioles	19	2	9.44	1.95	0.15
Dosis	43	3	14.44	2.97	0.03
Bioles * Dosis	26	6	4.29	0.88	0.51
Error	874	25	4.85		
Total	24747	47			

Cuadro 47. Efecto principal de los bioles sobre el número de hojas a los 60 días de la primera aplicación.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	10.77	a
Biol cuy	11.09	a
Biol porcino	11.53	a

Cuadro 48. Efecto principal de las dosis sobre el número de hojas a los 60 días de la primera aplicación.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
50 ml	10.67	b
100 ml	10.81	ab ab
0 ml	11.15	ab ab
150 ml	11.90	a

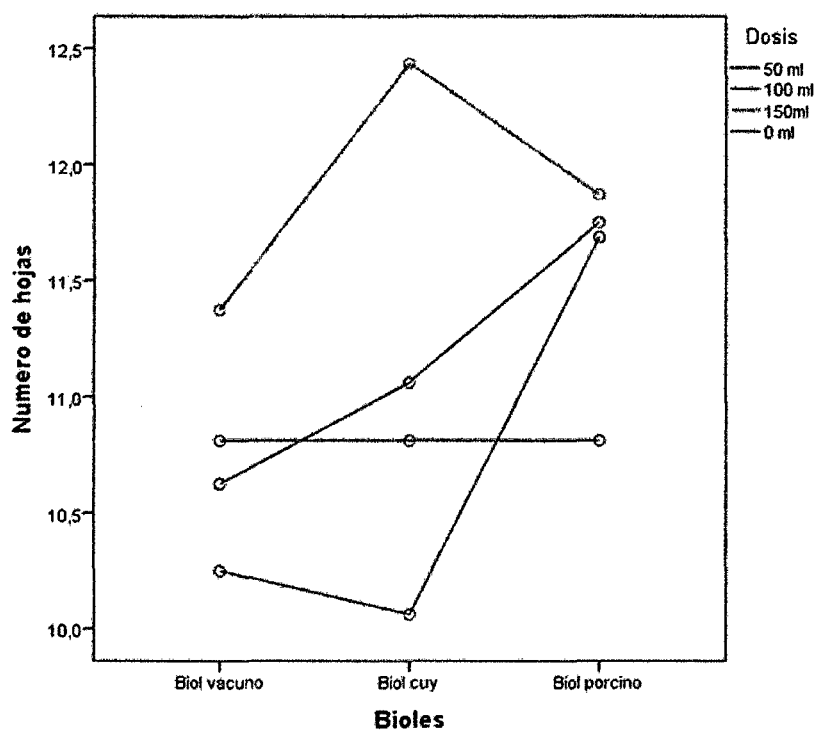


Figura 12. Interacción de los bioles y las dosis sobre el número de hojas a los 60 días de la primera aplicación.

Cuadro 49. ANVA de la variable número de hojas en *Terminalia catappa* Linn a los 90 días de la primera aplicación de bioles.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	214,104	11	19.46	2.19	0.02
Bioles	47	2	23.57	2.65	0.07
Dosis	115	3	38.42	4.32	0.01
Bioles * Dosis	52	6	8.62	0.97	0.45
Error	1600	180	8.89		
Total	43174	25			

Cuadro 50. Efecto principal de los bioles sobre el número de hojas a los 90 días de la primera aplicación.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	14.00	a
Biol cuy	14.86	a
Biol porcino	15.17	a

Cuadro 51. Efecto principal de las dosis sobre el número de hojas a los 90 días de la primera aplicación.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
0 ml	13.69	b
50 ml	14.25	ab
100 ml	15.04	ab
150 ml	15.73	a

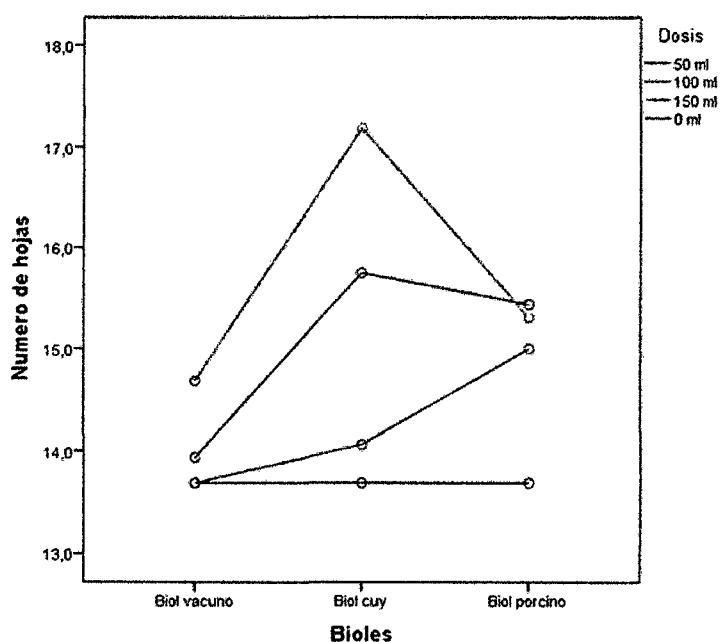


Figura 13. Interacción de los bioles y las dosis sobre el número de hojas a los 90 días de la primera aplicación.

Cuadro 52. ANVA de la variable área foliar en *Terminalia catappa* Linn a los 90 días de la primera aplicación de bioles.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	349,834a	11	31.80	0.67	0.76
Bioles	58	2	28.78	0.61	0.55
Dosis	219	3	72.83	1.53	0.21
Bioles * Dosis	74	6	12.30	0.26	0.95
Error	6265	25	47.46		
Total	46675	47			

Cuadro 53. Efecto principal de los bioles sobre el número de hojas a los 90 días de la primera aplicación.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	16.02	a
Biol porcino	16.49	a
Biol cuy	17.53	a

Cuadro 54. Efecto principal de las dosis sobre el número de hojas a los 90 días de la primera aplicación.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)
50 ml	15.43	a
0 ml	15.58	a
100 ml	17.35	a
150 ml	18.36	a

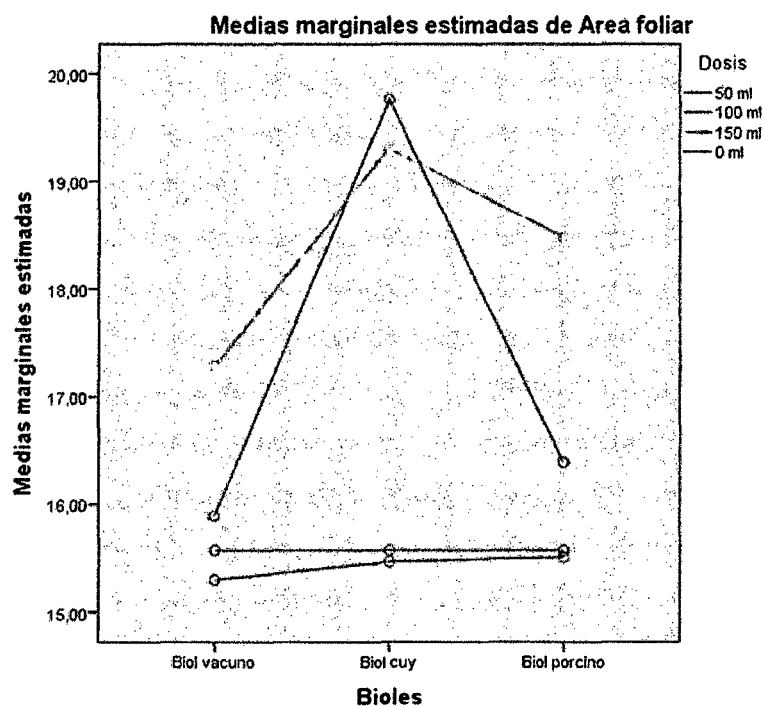


Figura 14. Interacción de los bioles y las dosis sobre el área foliar de hojas a los 90 días de la primera aplicación.

Cuadro 55. ANVA de la variable volumen radicular en *Terminalia catappa* Linn a los 90 días de la primera aplicación de bioles.

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	1686,458a	11	153.31	2.13	0.10
Bioles	252	2	126.04	1.75	0.21
Dosis	1228	3	409.38	5.70	0.01
Bioles * Dosis	206	6	34.38	0.48	0.81
Error	863	25	71.88		
Total	2632675	47			

Cuadro 56. Efecto principal de los bioles sobre el volumen radicular en *Terminalia catappa* Linn a los 90 días de la primera aplicación.

Bioles	Promedio	Tukey (0.05)
Biol vacuno	328.75	a
Biol cuy	328.75	a
Biol porcino	335.63	a

Cuadro 57. Efecto principal de las dosis sobre el volumen radicular a los 90 días de la primera aplicación.

Dosis	Promedio	Tukey (0.05)	
0 ml	320.00	b	
50 ml	330.00	a	b
100 ml	330.00	a	b
150 ml	335.00		a



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo Maria
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
 Av. Universitaria s/n Telef. 562190 Anexo 283 Fax 561156 Apto. 156
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS FISICOQUIMICO DE BIOL

Solicitante: OLORTEGUI LABAJOS PAMELA

Nº de Muestra de Laboratorio	Base Seca		Porcentaje (%)	
	Ceniza (%)	Materia Orgánica (%)	Materia Seca	Humedad
M1373 - BIOL - VACA	46.34	53.66	3.30	96.70
M1374 - BIOL - CERDO	47.59	52.41	2.85	97.15
M1375 - BIOL - CUY	50.13	49.87	3.23	96.77

Muestra	N (%) (g de N / 100 ml sol Biol)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Na (%)	Ca (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
M1373	0.088	0.238	0.740	0.261	0.207	3.564	281.202	410.086	276.515	34.260
M1374	0.157	0.215	0.730	0.271	0.211	3.234	796.155	313.039	246.488	32.487
M1375	0.211	0.216	0.336	0.287	0.317	3.338	1336.725	678.338	139.658	23.468

Tingo Maria 20 de Octubre de 2011

Recibo Nº 267074



Hugo Huamán Yanqui
 Jefe Laboratorio de Análisis de Suelos

Anexo 3. Panel de fotografías



Figura 16. Preparación de los bioles.



Figura 17. Mezcla de todos los ingredientes para los bioles.

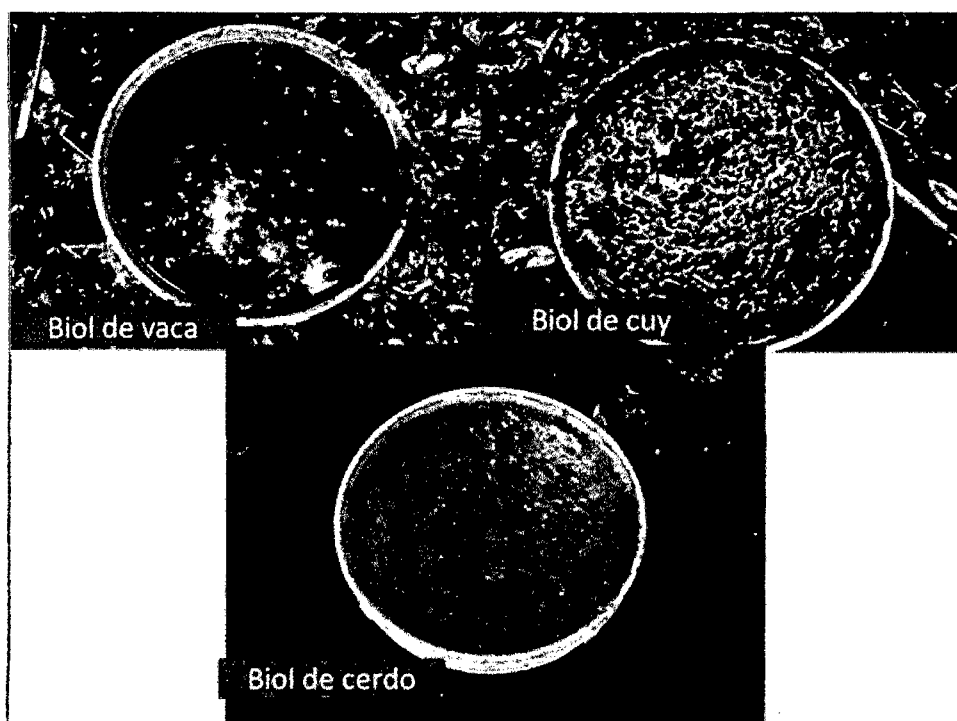


Figura 18. Bioles de vaca, cuy y cerdo.



Figura 19. Incorporación del biol al recipiente.



Figura 20. Fermentación anaeróbica de los bioles.



Figura 21. Ubicación de los tratamientos.

Figura 22. Aplicación de las dosis de bioles en *Terminalia catappa* Linn.



Figura 23. Medición de la altura y diámetro de *Terminalia catappa* Linn.



Figura 24. Muestra de plantas de cada tratamiento para obtener volumen radicular y área foliar.