



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título:
INGENIERO ZOOTECNISTA

**“BIOFERTILIZANTES *Trichoderma sp* (cepa harzianum) Y *Rhizobium meliloti* MÁS
ABONO BOVINO EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DEL
Arrhenatherum elatius”**

AUTOR

HUGO SANTIAGO JAYA VELOZ

Riobamba – Ecuador

2016

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal

Dr. César Camacho León
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Luis Rafael Fiallos Ortega. Ph.D.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. M.C. José Vicente Trujillo Villacís.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 28 de Octubre del 2016.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **HUGO SANTIAGO JAYA VELOZ**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 28 de Octubre del 2016

HUGO SANTIAGO JAYA VELOZ

C.I. 060357409-6

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISION DE LITERATURA</u>	3
A. PASTOS Y FORRAJES	3
B. <u>ARRHENATHERUM ELATIUS</u>	4
1. <u>Origen</u>	4
2. <u>Descripción y características</u>	4
3. <u>Ubicación taxonómica</u>	5
4. <u>Adaptación</u>	6
5. <u>Características botánicas</u>	6
a. Cobertura basal	6
b. Cobertura aérea	6
c. Altura de la Planta	6
d. Producción de Forraje	7
6. <u>Manejo</u>	7
7. <u>Fertilización</u>	7
8. <u>Importancia del <i>Arrhenatherum elatius</i></u>	8
a. Como elemento modificador de la historia del hombre	8
b. Como alimento	8
c. Como material de investigación	9
C. <u>BIOFERTILIZANTES</u>	9
1. <u>Definición</u>	9
2. <u>Importancia</u>	9
3. <u><i>Trichoderma sp</i> (cepa harzianum)</u>	10
a. Descripción	10
b. Beneficios	11
c. Ventajas	12
d. Beneficios biológicos	12

4.	<u><i>Rhizobium meliloti</i></u>	13
a.	La bacteria Rhizobium	13
b.	Características Generales	14
c.	Importancia en la agricultura	15
d.	Fijación biológica del nitrógeno	15
e.	Inoculación	16
f.	Beneficios de la inoculación	17
D.	ABONO BOVINO	17
1.	<u>El estiércol animal</u>	17
2.	<u>El Estiércol Animal como Fertilizante</u>	19
3.	<u>Las oportunidades de uso del estiércol</u>	20
4.	<u>Factores que afectan el uso de los estiércoles</u>	21
5.	<u>Ventajas del uso de estiércol bovino como fertilizante</u>	22
6.	<u>Desventajas del uso de estiércol bovino como fertilizante</u>	23
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	24
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	24
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	24
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	25
1.	<u>Materiales</u>	25
2.	<u>Equipos</u>	25
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	25
1.	<u>Esquema del Experimento</u>	26
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	27
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	27
1.	<u>Esquema del ADEVA</u>	27
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	28
1.	<u>Descripción del experimento</u>	28
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	28
1.	<u>Cobertura basal (%)</u>	28
2.	<u>Cobertura aérea (%)</u>	28
3.	<u>Altura de la planta (cm)</u>	29
4.	<u>Producción de forraje en materia verde y seca (Tn /ha)</u>	29
5.	<u>Análisis Bromatológico</u>	29
6.	<u>Análisis del suelo antes y después del ensayo</u>	29

7. <u>Evaluación Económica</u>	29
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	30
A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL <i>Arrhenatherum elatius</i> (Pasto avena), BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE <i>Trichoderma sp</i> (cepa harzianum) MÁS ABONO BOVINO. Y <i>Rhizobium meliloti</i>	30
1. <u>Cobertura basal (%)</u>	30
a. Por efecto de estiércol bovino más diferentes niveles de <i>Trichoderma</i>	30
b. Por efecto de diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i>	33
c. Por efecto de la interacción entre estiércol bovino más diferentes niveles de <i>Trichoderma</i> y diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i>	36
2. <u>Cobertura aérea (%)</u>	40
a. Por efecto de estiércol bovino más diferentes niveles de <i>Trichoderma</i>	40
b. Por efecto de diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i>	42
c. Por efecto de la interacción entre estiércol bovino más diferentes niveles de <i>Trichoderma</i> y diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i>	45
3. <u>Altura de la planta (cm)</u>	45
a. Por efecto de estiércol bovino más diferentes niveles de <i>Trichoderma</i>	45
b. Por efecto de diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i>	50
c. Por efecto de la interacción entre estiércol bovino más diferentes niveles de <i>Trichoderma</i> y diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i>	50
4. <u>Producción de forraje verde (Tn/ha/corte)</u>	51
a. Por efecto de estiércol bovino más diferentes niveles de <i>Trichoderma</i>	51
b. Por efecto de diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i>	54
c. Por efecto de la interacción entre estiércol bovino más diferentes niveles de <i>Trichoderma</i> y diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i>	56
5. <u>Producción de materia seca (Tn/ha/corte)</u>	58
a. Por efecto del estiércol bovino más diferentes niveles de <i>Trichoderma</i>	58
b. Por efecto de diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i>	63
c. Por efecto de la interacción entre estiércol bovino más diferentes niveles de <i>Trichoderma</i> y diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i>	63
B. ANALISIS BROMATOLOGICO	65
C. ANALISIS DE SUELO INICIAL Y FINAL	69
D. ANALISIS ECONÓMICO	70

V. <u>CONCLUSIONES</u>	72
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	73
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	74
ANEXOS	

RESUMEN

En la provincia de Chimborazo, Estación Experimental Tunshi, Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, se evaluaron tres dosis de *Tricoderma sp* (1, 2, 3 l/ha) más *Rhizobium meliloti* (250, 500, 750 g/ha) y 10 Tn de abono bovino, los resultados experimentales fueron analizados bajo un Diseño Bifactorial de Bloques Completamente al Azar. Se utilizaron 27 unidades experimentales con 3 tratamientos para el Factor A y 3 tratamientos para el Factor B. Se reportó que los 2l/ha de *Tricoderma sp* alcanzó las mayores respuestas de altura (35,11 cm), cobertura basal (32,33 %) y producción de forraje tanto en verde (4,94 Tn/ha), como en MS (2,25 Tn/ha). En cuanto a la valoración de la producción forraje de los niveles de *Rhizobium meliloti* se aprecia que al fertilizar con 750 g/ha se produce los mayores rendimientos de altura (35,11 cm), cobertura basal (32,00 %), cobertura aérea (56,11 %), producción en forraje verde (4,50 Tn/ha) y materia seca (2,03 Tn/ha). El análisis del suelo antes y después de la fertilización reporta un cambio sustancial existiendo un incremento de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica. En el análisis bromatológico, con el nivel de 3l/ha de *Tricoderma sp* y 750 g/ha de *Rhizobium meliloti* registró el contenido de proteína (14,82%), materia seca (46,33%) y grasa (5,14%). Económicamente la rentabilidad más alta se consiguió en el tratamiento A2B2 (2L/ha de *Tricoderma sp* y 500 g/ha de *Rhizobium meliloti*), por cuanto presento un beneficio/costo de 2,70.

ABSTRACT

Three doses of *Tricoderma sp* (1, 2, 3 l/ha) plus *Rhizobium meliloti* (250, 500, 750 g/ha) and 10 Tn were evaluated in the province of Chimborazo, Experimental Station Tunshi, Faculty of Animal Sciences, ESPOCH, from bovine manure, the experimental results were analyzed under a Bifactorial Design of Completely Random Blocks. We used 27 experimental units with 3 treatments for Factor A and 3 treatments for Factor B. The 2l/ha of *Tricoderma sp* were reported to reach the highest height (35,11 cm), basal cover (32,33 %) and forage production in both green (4,94 Tn/ha), and in DM (2,25 Tn/ha). As for the evaluation of the production for the levels of *Rhizobium meliloti*, it can be seen that the fertilizer with 750 g/ha produces the highest yields of height (35,11 cm), basal cover (32,00 %), aerial cover (56,11 %), green forage yield (4,50 Tn/ha) and dry matter (2,03 Tn/ha). The analysis of the soil before and after fertilization reports a substantial change with an increase of nitrogen, phosphorus, potassium and organic matter. In the bromatological analysis, the content of protein (14,82%), dry matter (46,33%) and fat (5,14%) was recorded at the level of 3L/ha of *Tricoderma sp* and 750 g/ha of *Rhizobium meliloti*. Economically the highest profitability was obtained in the A2B2 treatment (2L/ha of *Tricoderma sp* and 500 g/ha of *Rhizobium meliloti*), because it presented a benefit/cost of 2,70.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS PASTOS DE CLIMA FRÍO Y DIFERENCIAS CON LAS DE CLIMA CÁLIDO.	4
2.	VALOR NUTRITIVO DEL <i>Arrhenatherum elatius</i>	5
3.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.	25
4.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	26
5.	ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).	27
6.	COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL <i>Arrhenatherum elatius</i> (PASTO AVENA), BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTE DOSIS DE TRICHODERMA MAS UNA BASE ESTANDAR DE ABONO BOVINO.	31
7.	COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL <i>Arrhenatherum elatius</i> (PASTO AVENA), BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTE DOSIS DE <i>Rhizobium meliloti</i> .	35
8.	COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL <i>Arrhenatherum elatius</i> (PASTO AVENA), BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTE DOSIS DE TRICODERMA MAS UNA BASE ESTANDAR DE ABONO BOVINO POR DIFERENTES NIVELES DE <i>Rhizobium meliloti</i> .	38
9.	ANALISIS BROMATOLOGICO DEL <i>Arrhenatherum elatius</i> (PASTO AVENA).	67
10.	ANÁLISIS DE SUELO ANTES Y DESPUES DE LA APLICACIÓN DE LOS BIOFERTILIZANTES.	70
11.	ANÁLISIS ECONÓMICO.	71

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Comportamiento de la cobertura basal, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de trichoderma más abono bovino.	32
2. Regresión de la cobertura basal, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de trichoderma.	34
3. Comportamiento de la cobertura basal, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de rhizobium.	37
4. Comportamiento de la cobertura basal, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de trichoderma más abono bovino por niveles de Rhizobium.	39
5. Comportamiento de la cobertura aérea, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de trichoderma más abono bovino.	41
6. Regresión de la cobertura aérea del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de trichoderma	43
7. Comportamiento de la cobertura aérea, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de rhizobium.	44
8. Comportamiento de la cobertura aérea del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de trichoderma más abono bovino por niveles de Rhizobium	46
9. Comportamiento de la altura del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de Trichoderma más abono bovino.	48
10. Regresión de la altura del pasto avena por efecto de diferentes niveles de Trichoderma.	49
11. Comportamiento de la altura del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de trichoderma más abono bovino por niveles de Rhizobium.	52
12. Comportamiento de la producción de forraje verde del pasto avena por efecto de diferentes niveles de Trichoderma mas abono bovino.	53
13. Regresión de la producción de forraje verde del pasto avena por efecto de diferentes niveles de trichoderma.	55
14. Comportamiento de la producción de forraje verde del pasto avena por efecto de diferentes niveles de rhizobium.	57

15. Comportamiento de la producción de forraje verde del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de tricotoderma más abono bovino por niveles de Rhizobium.	59
16. Comportamiento de la producción de materia seca del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de tricotoderma más abono.	60
17. Regresión de la producción de materia seca del pasto avena por efecto de diferentes niveles de trichoderma	62
18. Comportamiento de la producción de materia seca del pasto avena por efecto de diferentes niveles de rhizobium.	64
19. Comportamiento de la producción de materia seca del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de tricotoderma más abono bovino por niveles Rhizobium.	66

LISTA DE ANEXOS

1. Análisis estadístico de la cobertura basal del pasto avena, bajo el efecto de la aplicación de diferentes niveles de trichoderma y rhizobium mas abono bovino.
2. Análisis estadístico de la cobertura aérea del pasto avena, bajo el efecto de la aplicación de diferentes niveles de trichoderma y rhizobium mas abono bovino.
3. Análisis estadístico de la altura del pasto avena, bajo el efecto de la aplicación de diferentes niveles de trichoderma y rhizobium mas abono bovino.
4. Análisis estadístico de la producción de forraje verde del pasto avena, bajo el efecto de la aplicación de diferentes niveles de trichoderma y rhizobium mas abono bovino.
5. Análisis estadístico de la producción de materia seca del pasto avena, bajo el efecto de la aplicación de diferentes niveles de trichoderma y rhizobium mas abono bovino.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de forraje en los países en vías de desarrollo cada vez es más difícil, a consecuencia del acelerado proceso erosivo del suelo, escases de agua, así como los factores climáticos a los que están expuestos. Además la producción de la pradera es por consiguiente, una respuesta integral a las variables que actúan sobre ella, como también ocasionalmente al efecto causado por plagas y enfermedades. El Ecuador es uno de los países que tiene el privilegio de tener una gran biodiversidad, amenazada por el mal uso de los medios de explotación, con el consecuente descenso de la productividad y destrucción considerable de los recursos naturales, (Haro, E. 2011).

Los pastos, tanto naturales como cultivados, constituyen la base de la alimentación animal, mantienen al 84% de la ganadería nacional, sin embargo existe una baja productividad de los pastos debido principalmente a las inadecuadas prácticas de manejo de los pastizales, la alta carga animal por hectárea (sobrepastoreo), la escasez de agua durante la época seca, el efecto de fenómenos naturales (exceso de lluvias y heladas) en zonas altoandinas, la erosión de los suelos y los procesos de deforestación, la ausencia de programas de mejoramiento de praderas nativas y el retraso tecnológico.

Por otra parte, la utilización de fertilizantes inorgánicos se traduce en un alto costo de producción afectando la economía de los productores, es por eso que se ve la necesidad de utilizar nuevas técnicas orgánicas que bajen los costos de producción y a la vez disminuyan la incidencia de productos químicos en la alimentación animal y por lo tanto en la humana, ya que la producción orgánica involucra un compromiso con el medio ambiente y las generaciones venideras

El uso de biofertilizantes en la agricultura trae ventajas ambientales y económicas, ya que proveen y mejoran la disponibilidad de nutrientes en los cultivos, permiten una producción a bajo costo, protección del medio ambiente y mantienen la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad, además tienen mayor posibilidad de efectividad en el campo, por estar adaptados a las condiciones del suelo de cada región. Su costo es 90 por ciento menor a los

químicos; aprovechan los microorganismos de la tierra para que la planta asimile mejor los nutrientes; controlan patógenos biológicamente y contribuyen a la conservación y mejoramiento del medio ambiente.

El pasto avena (*Arrhenatherum elatius*), presenta características que podrían convertirlo en una excelente alternativa forrajera, sin embargo todavía existen limitantes en cuanto a la escasa información del mismo, lo que impide su producción en grandes extensiones, ya que actualmente se lo sigue investigando en parcelas demostrativas, lo que constituye una desventaja para su propagación.

Por lo expuesto anteriormente se plantearon los siguientes objetivos:

1. Conocer el efecto de los biofertilizantes *Trichoderma sp* (cepa harzianum) y *Rhizobium meliloti* más abono bovino en la producción primaria forrajera del *Arrhenatherum elatius*.
2. Estudiar el comportamiento productivo del *Arrhenatherum elatius* en la producción primaria forrajera al aplicar diferentes dosis los biofertilizantes *Trichoderma sp* (1, 2, 3 l/ha), *Rhizobium meliloti* (250, 500, 750 gr/ha) y 10 Tn de abono bovino.
3. Determinar el tratamiento óptimo que permita obtener la mejor producción forrajera del *Arrhenatherum elatius*
4. Evaluar la rentabilidad mediante el análisis beneficio-costos.

II. REVISION DE LITERATURA

A. PASTOS Y FORRAJES

Los pastos y forrajes constituyen la dieta básica y más económica en la alimentación de rumiantes, proporcionan materia orgánica al suelo, lo que ayuda a su conservación y además protegen los suelos de la erosión y conservan la humedad.

Fiallos, L. (2000), el objetivo de mayor importancia en el manejo de las pasturas es mantener los niveles productivos en términos de forraje producido por hectárea, sin el deterioro de la población vegetal y del suelo. Para un buen establecimiento y manejo de pastos y forrajes, con el fin de suministrar al ganado un alimento más abundante y de buena calidad, se den considerar varios aspectos por parte del equipo encargado de planificar:

- Analizar el suelo donde se va a establecer el pasto para determinar la necesidad de fertilizantes. Las gramíneas son exigentes especialmente en nitrógeno y fosforo y las leguminosas en calcio y fosforo.
- Preparar bien el suelo y disponer de un buen sistema de drenaje.
- Aplicar los correctivos al momento de la siembra de acuerdo con el análisis del suelo y las recomendaciones técnicas.

Mediante el seguimiento de estas prácticas es posible mantener pastos en buenas condiciones y más nutritivos para suministrarlos a los animales, ayudando a disminuir el costo de la suplementación.

Sembrar pastos productivos bien adaptados, diferenciando y conociendo las características entre los pastos de zona fría con los de zona cálida detallados en el (cuadro 1), de acuerdo con el fin que se persigue.

Cuadro 1. CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS PASTOS DE CLIMA FRÍO Y DIFERENCIAS CON LAS DE CLIMA CÁLIDO.

CLIMA FRÍO	CLIMA CÁLIDO
Menor potencial de producción de materia seca	Mayor potencial de producción de materia seca
Menor relación parte aérea/raíces	Mayor relación parte aérea/raíces
Más macolladoras	Menos macolladoras
Macollos más livianos	Macollos pesados
Mayor contenido de agua	Menor contenido de agua
Baja eficiencia en el uso del agua	Alta eficiencia en el uso de agua

Fuente: Corpoica, (2005).

B. *ARRHENATHERUM ELATIUS*

1. Origen

Siebold, E. (2013), señala que la *Arrhenatherum elatius* es nativa de Europa, norte de África y oeste de Asia. Actualmente se la considera subcosmopolita en regiones templadas. Desaparece gradualmente con la altitud, siendo remplazada por otras especies mejor adaptadas.

2. Descripción y características

Siebold, E. (2013), manifiesta que la *Arrhenatherum elatius* es una planta herbácea perenne, de hasta 150 cm, laxamente cespitosa. Hojas planas, de hasta 8 mm de anchura; lígula membranosa. Inflorescencia en panícula generalmente laxa, con espiguillas amarillentas, en ocasiones teñidas de violeta. Espiguillas con glumas que no llegan a cubrir por completo las dos flores que albergan, la inferior con arista larga insertada en el tercio basal del lema.

Hernández, R. (2012), indica que la *Arrhenatherum elatius* se adapta a climas continentales (donde las diferencias de temperatura entre periodos estivales e

invernales son enormes, así mismo con el día y la noche). Es susceptible a heladas tardías, no sobreviven a la sombra, es muy resistente a sequías estivales (épocas del año en la cual las temperaturas suben y el clima es más cálido), requiere de suelos drenados y algo secos, pero son sensibles a exceso de humedad, preferencia por suelos de pH 5 a 7,5, no requiere una gran oxigenación del suelo, temperaturas desde 11 a 16 °C y precipitación de 1000 a 1500 mm.

Cuadro 2. VALOR NUTRITIVO DEL *Arrhenatherum elatius*.

COMPONENTE	<i>Arrhenatherum elatius</i>
Humedad, %	73,64
Materia seca (MS)	26,36
Proteína cruda, %	10,30
Extracto etéreo, %	2,39
Fibra cruda, %	30,14
Cenizas, %	9,84
Materia orgánica, %	90,16
Extracto libre de nitrógeno, %	39,87
Energía bruta Kcal/kg	3621,52

Fuente: Pasto, P. (2008).

Es muy útil para conservar la cubierta terrestre expuesta a erosión eólica o hídrica, en la ganadería no se recomienda ser usado como principal fuente forrajera por su baja composición nutricional en relación con otras gramíneas, sus tejidos contienen altas concentraciones de calcio y fosforo.

3. Ubicación taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Maegnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Poideae
Tribu:	Aveneae
Género:	<i>Arrhenatherum</i>

4. Adaptación

Benítez, A. (2008), manifiesta que el pasto avena es una especie de clima templado resistente al frío, en nuestro país se desarrolla en buenas condiciones en las zonas de las praderas interandinas. Necesita una temperatura entre 11 y 16 ° C, y una precipitación de 1000 a 1500mm. Se adapta mejor a suelos francos, pero con suficiente humedad, bien preparada, mullida y firme. El pH óptimo para esta especie es el neutro porque lo que, si se lo siembra en suelos ácidos será necesario la aplicación de cal, desarrollándose en buena forma en los suelos con alto contenido de materia orgánica.

5. Características botánicas

a. Cobertura basal

Según Brown, D. (1984), señala que la cobertura basal se la define como la proyección vertical de las partes aéreas de la planta sobre el suelo la cubierta basal es la que se encuentra a nivel del suelo y no incluyen las partes aéreas de la planta a ser evaluadas.

Tothill, M. (2008), definen a la cobertura basal como el espacio ocupado por la planta en una superficie de suelo cubierta por la corona de la planta.

b. Cobertura aérea

Shimwell, R. (1972), citado por Carambula, M. (1997), indica que el forraje a diferentes alturas es de especial interés porque a través de ello se deduce la producción de pasto que será removido por los animales en pastoreo.

c. Altura de la Planta

Hanson S. y Churchill T. (1985), manifiestan que la altura de la planta y el área foliar son expresiones de distribuciones de la masa en el espacio y determina la disponibilidad de forraje además que demuestra ser un buen indicativo del vigor

de la planta.

d. Producción de Forraje

Huss, D. y Aguirre, M. (1981), indican que el forraje se define como cualquier parte comestible no dañada y una planta o parte de una planta que tiene un valor nutritivo es indispensable a los animales en pastoreo. Pudiendo llenar varios requisitos antes de que pueda ser considerada como forraje, lo más importante son: la aceptabilidad, la disponibilidad, y si provee o no nutrientes.

López, B. (2007), al estudiar el efecto de diferentes niveles de abono orgánico (humus), en la producción de forraje y semilla del pasto avena obtuvo una producción de 6,91 Tnha/corte.

6. Manejo

Según Hernández, R. (2012), esta especie en condiciones normales es de larga vida, es una planta perenne muy común, posee raíces amarillentas y unos lustrosos tallos de hojas lisas y liguladas. Se le utiliza para heno ya que resiste al pastoreo controlado, para permitir su recuperación. Se puede obtener una producción de alrededor de 50 t/ha de forraje verde en dos cortes y en forma seca de 10 a 15 Tn/ha en igual número de cortes.

7. Fertilización

Gaibor, N. (2008), Menciona que el pasto avena frecuentemente es una especie muy exigente en elementos mayores como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio, por ello se utiliza fórmulas para la fertilización como abonos compuestos de origen químico e inorgánico como el más frecuente el 10-30-10; 15-30-15 entre otros y con la adición de elementos menores como el Ca, Mg, S, Zn, Mo, Cu, etc.

Además señala que el mantenimiento de la fertilidad del suelo depende del empleo adecuado de fertilizantes y del manejo del pastizal. El propósito principal de la fertilización es aumentar el rendimiento de la pradera, procurando minimizar el costo por unidad de producción de materia seca del pasto. Esto se

obtiene primeramente con la disminución del costo de fertilización incluyendo el precio de compra y el costo de aplicación de fertilizante y en segundo término con el incremento en la eficiencia de uso de nutrientes por la planta.

8. Importancia del *Arrhenatherum elatius*

Según Ordoñez, S. (2010), las semillas son sobre todo una forma de supervivencia de su respectiva especie que perpetua a través del tiempo. Son el vehículo que sirve para que la vida embrionaria, casi suspendida, renueve su desarrollo aún años después que sus progenitores han muerto y desaparecido.

a. Como elemento modificador de la historia del hombre

El hombre probablemente, siempre se alimentó de granos a parte del alimento de origen animal. Pero durante muchos miles de años de su existencia él no conseguía percibir la relación existente entre una semilla y su respectiva planta, por suerte su principal fuente de alimento era la caza que conseguía obtener.

Como los animales se desplazaban constantemente impulsados por las variaciones estacionales, por lo tanto el hombre llevaba una vida nómada, moviéndose siempre tras la caza. Por lo tanto se puede decir que la semilla es la piedra fundamental u origen del suceso de la civilización, tal como la conocemos hoy.

b. Como alimento

Cualquiera semilla posee tres tipos básicos de tejidos: un tejido meristemático que en tecnología convencional se denomina "eje embrionario". Este es aquel que sobre condiciones propicias para germinar, va a crecer y dará origen a una planta; un tejido de reserva que puede ser cotiledonar, endospermático o perispermático, también los resultantes de asociaciones de dos o tres y finalmente un tejido de protección mecánica, que se constituye como envoltorio de la semilla, conocido como testa o cubierta seminal.

c. Como material de investigación

La semilla como material de investigación presenta características de incomparable valor científico. Su tamaño y forma permite guardar en envases relativamente pequeños permitiendo almacenar las veces que se desee para determinadas observaciones. Su forma redondeada facilita su manipulación, directamente con las manos o con la pinza.

C. BIOFERTILIZANTES

1. Definición

Biogea, F. (2015), define a los fertilizantes como productos a base de microorganismos benéficos (Bacterias y Hongos), que viven asociados o en simbiosis con las plantas y ayudan a su proceso natural de nutrición, además de ser regeneradores de suelo. Estos microorganismos se encuentran de forma natural en suelos que no han sido afectados por el uso excesivo de fertilizantes químicos u otros agroquímicos, que disminuyen o eliminan dicha población.

Las principales funciones de los Biofertilizantes son:

- Fijadores de nitrógeno del medio ambiente para la alimentación de la planta.
- Incrementan la solubilización y la absorción de nutrientes, como el fósforo y el zinc.
- Protectores de la planta ante microorganismos patógenos del suelo.
- Estimulan el crecimiento del sistema radicular de la planta.
- Mejoradores y regeneradores del suelo.

2. Importancia

La Universidad Autónoma Indígena de México. (2010), ostenta que el aumento de

la concientización sobre el cuidado del medio ambiente y la evidencia del deterioro ambiental que causan los agroquímicos ha hecho que los productores agrícolas, vean como buena alternativa la aplicación de los biofertilizantes.

Los microorganismos utilizados en los biofertilizantes son clasificados dentro de dos grupos: El primer grupo incluye microorganismos que tienen la capacidad de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fósforo inorgánico y mejorando la tolerancia al stress por sequía, salinidad, metales tóxicos y exceso de pesticidas, por parte de la planta.

El segundo grupo incluye microorganismos los cuales son capaces de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos. Puede haber microorganismos que puedan estar en los dos grupos, que además de promover el crecimiento de la planta, inhiba los efectos de microorganismos patógenos.

3. *Tricoderma sp* (cepa harzianum)

a. Descripción

Rosas, F. (2013), indica que el *Tricoderma sp* está entre los hongos saprofitos más comunes, están dentro de la subdivisión Deuteromycotina que representa los hongos que tienen un estado sexual desconocido (sin embargo de acuerdo a muchos criterios el *Tricoderma* se considera asexual). Además, es parte de los hyphomycetes que es una clase de hongos que han perdido sus cuerpos de fructificación que es parte de la fase sexual del ciclo de vida de un hongo, con el resto de su ciclo reproductivo caracterizado por el crecimiento vegetativo micelial.

Se sabe que son invasores tempranos de raíces y ocupan rápidamente un lugar ecológico en las raíces. Debido a su capacidad de utilizar los substratos, no dependen totalmente de la planta en su ciclo vital. Las diferentes especies de *Tricoderma sp*; son diferenciadas así:

b. Beneficios

Rosas, F. (2013), infiere que se conocen muchas funciones beneficiosas que realiza este hongo en la agricultura, especialmente en el campo de la sanidad vegetal. A modo de resumen se describen las siguientes:

- Estimulador del crecimiento de las plantas: el Tricoderma produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de éstas, acelerando un desarrollo más rápido. Al realizar diversas investigaciones se demostró que en plantas de frejol, se estimula la germinación, lo que conlleva a un aumento en la altura de las plantas entre el 70 y 80%, y una ganancia en peso de un 60% aproximadamente. Un ensayo similar realizado sobre pasto Estrella demostró que la ganancia en peso seco con algunas plantas es cercana al 23%, y la longitud de las raíces y de estolones se incrementó en 30%.
- El Tricoderma produce los complejos de la enzima que promueven el crecimiento vegetal. Las plantas de semillero tratadas con este hongo se pueden trasplantar más rápido, porque son vigorosas también exhiben alta resistencia a las enfermedades.
- Quizás la calidad más importante atribuida al hongo Tricoderma en las especies forrajera es la capacidad de inmunizar y de proteger la planta del ordenador principal. En un lazo simbiótico entre las bacterias y las raíces puede sobrevivir por períodos considerables dentro de un ordenador principal, no causando ningún daño pero ofreciendo muchos años de protección contra una variedad de enfermedades producidas por otros microorganismos, se ha comprobado que el Tricoderma produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de éstas, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas alcancen un desarrollo más

rápido que aquellas plantas que no hayan sido tratadas con dicho microorganismo.

- Protección de semillas contra el ataque de hongos patógenos: Varias especies de hongos patógenos atacan las semillas con relativa facilidad, especialmente bulbos y cormos, provocando pérdidas significativas y hasta totales de sus cualidades botánicas y productivas. Cepas de *Tricoderma* son capaces de colonizar la superficie de la raíz y de la rizósfera a partir de la semilla tratada, protegiendo a las mismas de enfermedades fungosas. Así las semillas reciben una cobertura protectora cuyo efecto se muestra cuando la misma es plantada en el sustrato correspondiente. De esta forma el *Tricoderma* garantiza la próxima cosecha.
- Las semillas tratadas con *Tricoderma* protegen eficientemente las plántulas en el semillero sin necesidad de tratamiento del suelo previo a la siembra.

c. Ventajas

Las ventajas de este control biológico de enfermedades de las plantas son múltiples: Mejora la germinación de las semillas, actúa como protector contra los hongos que atacan las raíces de estas plantas, estimula la resistencia de la planta, incrementa su crecimiento y la consecuente producción, y respeta el ambiente con microorganismos benéficos.

d. Beneficios biológicos

A diferencia de los pesticidas, el "*Tricoderma*" no deja residuos en la tierra y actúa como un habitante natural del suelo (respetando el sabor más natural de cultivos comestibles).

El género *Tricoderma* posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y *Fusarium* entre otros.

Las especies de *Tricoderma* actúan como hiperparásitos competitivos que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, encontrados en los organismos con los que interactúa.

Las especies del género *Tricoderma* son los antagonistas más utilizados para el control de enfermedades de plantas producidas por hongos, debido a su ubicuidad, a su facilidad para ser aisladas y cultivadas, a su crecimiento rápido en un gran número de sustratos y a que no atacan a plantas superiores.

4. *Rhizobium meliloti*

a. La bacteria *Rhizobium*

La bacteria *Rhizobium* es un bacilo corto algunas veces pleomórfico, Gram negativo, aerobio, no forma espora, móvil por flagelos peritricos o un solo flagelo lateral (FAO. 1995).

Pertenece a la familia Rhizobiaceae, este es un género heterótrofo, común en el suelo, su temperatura óptima de crecimiento en condiciones artificiales es de 25°C y su tolerancia al pH entra de 5 a 8.

Para Hughes, H. *et al.* (1981), los *Rhizobium* son miembros del mundo de plantas microscópicas conocidos con el nombre de bacterias. Bajo el microscopio aparecen generalmente como delgadas varillas de una longitud aproximada de 1/500 mm. Poco después de ser extraídas del nódulo, se presentan en formas peculiares en X, Y o T, o en racimos.

Cuando viven en estado libre en el suelo no son capaces de fijar el nitrógeno del aire. Es requisito indispensable una planta huésped adecuada. Como otras bacterias, el *Rhizobium* se multiplica muy rápidamente en los cultivos de laboratorio, siempre que cuente con condiciones favorables para su crecimiento. Esto hace posible producirlo en grandes cantidades para su inoculación.

Muslera, E. y Ratera, C. (1991), indica que los Rhizobium son bacterias Gram negativas que viven normalmente en el suelo en forma saprófita, utilizando nitrógeno combinado. Son aerobios y su temperatura óptima de crecimiento se encuentra entre 25 °C y 30°C, tanto para su crecimiento en laboratorio como la infección y formación de nódulos si bien soportan temperaturas entre 3°C y 33°C. Tienen movilidad propia por medio de flagelos periféricos y se encuentran normalmente en terrenos donde existen o han existido leguminosas huéspedes. Sin embargo pueden vivir muchos años aun sin presencia del huésped, siempre que las condiciones del suelo les sean favorables.

b. Características Generales

Muslera, E. y Ratera, C. (1991), señala que el grado de efectividad en las simbiosis es variable, y puede oscilar desde asociaciones altamente efectivas hasta una inefectividad total (parasitismo), con toda una gama de situaciones intermedias.

Aunque existen muchos factores externos afectando a la efectividad o eficiencia de la simbiosis el más importante de todos reside en el hecho de que no todos los Rhizobium son capaces de formar nódulos con las diversas especies de leguminosas. Unas especies nodulan solamente con ciertas estirpes o razas de Rhizobium y otras con otros.

Hughes, H. et al, (1981), menciona que no todos los Rhizobium son iguales. Unos producen numerosos nódulos pequeños y blancos, diseminados sobre las raíces laterales. Estos Rhizobium no son convenientes porque fijan poco o ningún nitrógeno libre.

Otras líneas solo son moderadamente útiles, los rendimientos bajos e incluso la pérdida de las cosechas pueden deberse a una nodulación de las raíces realizada por tipos poco convenientes de Rhizobium. Las líneas de Rhizobium eficaces determinan la formación de nódulos grandes de color rosado sobre la raíz principal del sistema radicular y producen la fijación de grandes cantidades de nitrógeno.

Según Rodríguez, J. (2013), la fijación biológica del N_2 , solo se observa cuando la bacteria reconoce a su hospedero, lo infecta a través de los pelos radicales para que en la matriz de las células corticales induzca una meiosis y mitosis acelerada que da lugar a un tejido hipertrofiado: El nódulo en el sistema radical de la leguminosa para entonces *Rhizobium* ha perdido su pared celular y se ha transformado en un bacteroide, mientras que por la enzima llamada nitrogenasa fija el N_2 y lo convierte en amonio, que luego transfiere al ribosoma vegetal para la síntesis de proteínas vegetales; simultáneamente por la fotosíntesis la leguminosa reduce el CO_2 en carbohidratos que servirán como fuente de carbono y energía para *Rhizobium*, y con ella al aumentar la reserva de la glucosa mantenerlo activo en el nódulo hasta cubrir las necesidades de N de la planta.

Por tanto el uso de inoculantes a base de *Rhizobium* que reducen la aplicación de fertilizantes químicos al suelo; incrementan el contenido de N en el cultivo vegetal, su peso seco y mantienen el rendimiento en las leguminosas, lo que en consecuencia al bajar su costo de producción y la contaminación de mantos acuíferos y suelos, es vital para una agricultura sustentable.

c. Importancia en la agricultura

Aunque mucho el nitrógeno se quita cuando la proteína se cosecha en el grano o el heno, las cantidades pueden permanecer en el suelo para las cosechas futuras. Esto es especialmente importante cuando el nitrógeno no se utiliza. El Nitrógeno es el alimento más comúnmente deficiente de muchos suelos alrededor del mundo y es el alimento de las plantas. El *Rhizobium* es también beneficioso al ambiente.

d. Fijación biológica del nitrógeno

La fijación biológica del nitrógeno es un proceso exclusivo de algunos procariontes para usar el N_2 del aire y reducirlo a amoniaco con la enzima nitrogenasa, para la síntesis de proteínas. (Smith, G. 2008).

De acuerdo con el mecanismo bioquímico para obtener la energía que les permita

fijar el N_2 existen bacterias fotoautotróficas, quimiolitotróficas y heterotróficas de vida libre en el suelo, asociados o en simbiosis en las hojas y/o raíces de plantas.

El ejemplo más conocido e investigado incluso a nivel molecular, es la relación entre las leguminosas y *Rhizobium*. Aunque los dos simbioses pueden sobrevivir independientemente, solo cuando la bacteria coexiste íntimamente con la leguminosa se da la fijación del N_2 .

e. Inoculación

Smith, H. (2008), manifiesta a pesar de que *Rhizobium* es un habitante común en los suelos agrícolas, frecuentemente su población es insuficiente para alcanzar una relación benéfica con la leguminosa, o bien cuando los rizobios nativos no fijan cantidades suficientes de N_2 para las leguminosas es necesario inocular la semilla a la siembra y asegurar la fijación biológica del N_2 .

La utilización de un *Rhizobium* infectivo (capacidad de nodular) y efectivo (eficiencia para la fijación del N_2) en la leguminosa, implica determinar la necesidad de inoculación. Para ello se corrobora la existencia del tipo de *Rhizobium* nativo en el suelo, su eficiencia para fijar N_2 , la concentración de N del suelo y si la leguminosa elegida se siembra con frecuencia en la región para mantener su rendimiento. Lo ideal es seleccionar un *Rhizobium* altamente infectivo y efectivo para lograr una disminución máxima del fertilizante nitrogenado sin decremento en el rendimiento de la leguminosa.

Smith, G. (2008), señala que en general, la inoculación se puede recomendar para una zona agrícola que se sembrará con una nueva especie de leguminosa. Para controlar la calidad de un inoculante de una leguminosa específica, es necesario mantener un número de *Rhizobium* de aproximadamente 106 bacterias/g de inoculante y determinar si es específico para la leguminosa a prueba. Así, un producto microbiano o inoculante, debe por lo menos mantener la productividad de un cultivo agrícola con menos dosis de fertilizante nitrogenado y con ello un ahorro en el costo de producción, minimizar la contaminación de aguas superficiales y mantos acuíferos y por supuesto la conservación del suelo,

en un esquema de producción sustentable.

Existen varios tipos de inoculantes, pero el más común es un soporte a base de turba impregnada con un cultivo bacteriano. A pesar de que desde 1880 los inoculantes han sido comercializados, como un producto biológico requiere de un riguroso control de calidad de tipo microbiológico que garantice el éxito esperado con la leguminosa seleccionada. Ya que un manejo inadecuado en su producción y manejo trae en consecuencia una baja efectividad al aplicarse en la leguminosa, debido a:

- Deficiente preparación a nivel de laboratorio, manejo, almacenamiento a nivel de comercialización y aplicación del inoculante por parte de los fabricantes, comerciantes y agricultores.
- Incompatibilidad del tipo de *Rhizobium* comercial y la leguminosa seleccionada.
- Condiciones adversas para la infección y la actividad bacteriana, como concentraciones elevadas de N, metales pesados y antagonismo microbiano nativo del suelo no dé se pretende aplicar.

f. Beneficios de la inoculación

Deben valorarse convenientemente. Cuando la cosecha se vende sin tener en cuenta su calidad (riqueza proteica), interesa sólo el aumento de la producción, ya sea en fresco, en seco o desecada. Cuando la calidad se toma en consideración; el beneficio debe estimarse por su riqueza proteica.

D. ABONO BOVINO

1. El estiércol animal

Según Paredes, D. (2010), El uso de estiércol como fertilizante es una de las prácticas más antiguas utilizadas en la agricultura por el hombre. Su aplicación al

suelo determina un aumento de la fertilidad, como también la mejoría de las propiedades físicas. Esto representa una gran ventaja, ya que mejorar y conservar las propiedades no sólo físicas, sino químicas y biológicas del suelo, constituye el fundamento de la productividad agrícola.

Samaniego, E. (1992), reporta que los abonos orgánicos no solo mejoran las condiciones de acidez de los sustratos, sino que aportan una cantidad importante de nutrimentos y una reducción en los costos de producción de los lecheros.

Si bien es cierto, el uso del estiércol es indiscutiblemente beneficioso, existen grandes dificultades para predecir su efecto en cada situación debido a la gran variabilidad de materiales que abarca y las diferencias creadas por el manejo previo.

La relación C: N es uno de los principales factores que afectan la tasa de mineralización del estiércol (Qian, P. y Schoenau, J. 2002). Estos autores reportan una alta mineralización neta de N en los estiércoles con relaciones C: N menores de 13, mientras que relaciones mayores de 15 provocaban inmovilización neta del N mineral, teniendo poco impacto en la disponibilidad de N mineral los estiércoles con relaciones C: N entre 13 y 15.

Es necesario conocer los efectos de estas aplicaciones ya que puede causar contaminación ambiental al aplicar dosis excesivas, ya sea por pérdidas gaseosas de N (procesos de desnitrificación y volatilización de amoníaco), como por la posibilidad de pérdidas por lixiviación de NO_3^- .

El objetivo fundamental de este trabajo monográfico es conocer las ventajas y desventajas del empleo de estiércol bovino como fertilizante, a través de la revisión literaria expuesta por diferentes autores y a la vez emitir opiniones al respecto, de modo que podamos conocer algunas herramientas científicas necesarias para desarrollar efectivamente programas de fertilización en campo a base de abonos orgánicos de estiércol bovino.

2. El Estiércol Animal como Fertilizante

El uso de estiércol animal como abono orgánico tiene la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida micro y meso biológica del suelo.

Contiene 1,1-3% de N, 0,3-1% de P y 0,8-2% de K. Estos nutrientes se liberan paulatinamente (al contraste con el fertilizante químico). Al mismo tiempo se fertiliza el suelo con micro y macro nutrientes. El estiércol bovino libera aproximadamente la mitad de sus nutrientes en el primer año.

Por otra parte, Trinidad, S. (1987), señala que la materia orgánica, particularmente cuando proviene de estiércoles, contiene impactantes cantidades de todos los elementos químicos utilizables por las plantas.

Este mismo autor detalla que consecuentemente, el uso de estiércoles en la agricultura apoya el incremento de los rendimientos en los cultivos por las siguientes razones:

- Aportan todos los elementos esenciales que requieren los cultivos.
- Tienen un efecto residual mayor que el de los fertilizantes químicos.
- Liberan nutrimentos en forma gradual que favorece su disponibilidad para el desarrollo del cultivo.
- Mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad para la retención de agua.
- Forman complejos orgánicos con los nutrimentos manteniendo a estos disponibles para las plantas.
- Elevan la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo evitando que los nutrimentos se pierdan por lixiviación.

- Liberan Bióxido de Carbono (CO_2) durante su descomposición que forma ácido carbónico (H_2CO_3) el cual solubiliza nutrimentos de otras fuentes.
- Abastecen el carbono orgánico que se utiliza como fuente de energía para organismos heterotróficos presentes en el suelo.
- Aumentan la infiltración del agua, reduciendo el escurrimiento superficial lo que evita la erosión de los suelos.
- Favorecen una mayor resistencia de los agregados del suelo a ser dispersados por el impacto de las gotas de lluvia.
- Los efectos de los estiércoles permiten que el suelo sea más productivo, conserve su fertilidad y tenga un uso sostenido a través del tiempo.

3. Las oportunidades de uso del estiércol

Cabe analizar a los residuos de las explotaciones ganaderas desde dos ópticas diferentes: como desechos que deben ser eliminados y como materiales que pueden utilizarse en calidad de enmiendas orgánicas de los suelos. La primera idea se relaciona con un aspecto de particular relevancia en la actualidad, cual es la contaminación ambiental; la segunda denota el concepto de sustentabilidad.

Efectivamente, el empleo eficiente de los residuos animales como abonos puede ser una práctica de manejo agronómica y económicamente viable para la producción sustentable en agroecosistemas mixtos. En el caso específico de los estiércoles de diferentes ganados, su incorporación al suelo permite llevar a cabo un reciclado de nutrientes. Los mismos son removidos desde el complejo suelo-planta a través de la alimentación de los animales y pueden retornar parcialmente a ese medio en forma de abonadura.

Una vez más es preciso recordar que existe una crisis total de energía, con el consecuente aumento de los costos de los fertilizantes inorgánicos. Han surgido, asimismo, en algunos países, serios problemas de contaminación por el uso excesivo de los fertilizantes y se han incrementado las áreas que sufren procesos

degradativos por la disminución de la fracción orgánica de los suelos ante el intenso uso agrícola. Este panorama renueva, a nivel mundial, el interés por el uso en agricultura de materiales orgánicos de diversos orígenes. (Samaniego, E. 1992).

4. Factores que afectan el uso de los estiércoles

En un rápido balance es lícito sostener que los beneficios del estercolado son más importantes que sus aspectos negativos. Claro que para que se cumpla esta afirmación es importante tener en cuenta los factores que afectan su eficiencia de uso agronómico. Entre tales factores están el sistema productivo, las características del lugar en donde se acumulan los desechos, su manipuleo, la dosis, el momento y la frecuencia de aplicación y la forma de incorporación.

Si se piensa en cantidades importantes de estiércol que justifiquen su recolección y que, además, ésta sea relativamente simple, el mismo debe ser depositado por los animales en lugares no muy extensos. Para el ganado bovino esta situación se verifica en los sitios de ordeño o en los corrales de encierro anexos; también. El estabulado de los vacunos, tal cual se hace en varios países, permite la acumulación de estos desechos.

Las deyecciones pueden también mezclarse con agua. El producto es un líquido que lleva en suspensión los restos de estiércol; es llamado efluente y constituye el mayor problema de contaminación ambiental de las explotaciones lácteas. Los efluentes se acumulan en fosas a cielo abierto, que generan un entorno desagradable por los olores que liberan y permiten que se concentren microorganismos patógenos y sustancias químicas tóxicas. El problema se agrava si estas fosas o lagunas se saturan y rebalsan hacia vías de escurrimiento naturales y penetran a las napas.

Si los factores que determinan la eficiencia de uso se adecuan a condiciones ajustadas de un manejo racional y sustentable, el potencial agrícola de los estiércoles puede ser interesante. (Samaniego, E. 1992).

5. Ventajas del uso de estiércol bovino como fertilizante

López, B. 2007, expone que un aspecto que aporta a la idea de sustentabilidad es que los estiércoles no sólo proveen nutrientes, sino que (particularmente cuando su uso es prolongado) suelen ejercer acciones positivas sobre un variado conjunto de propiedades edáficas. Fundamentalmente, porque pueden introducir mejoras considerables en el contenido y en la calidad de la materia orgánica. Los contenidos orgánicos de estos materiales son variados y fundamentalmente están en relación con la especie animal, con la alimentación del ganado y con el medio en donde los mismos se acumulan y recogen.

Este mismo autor detalla que en el caso específico de los rumiantes, el forraje rico en fibra que compone su dieta fundamental también contiene una cierta proporción de ligninas. Estas ligninas no son prácticamente degradadas ni por las enzimas de digestión ni por los microorganismos, y se excretan en el estiércol, junto a las sustancias constituidas por proteínas indigeribles. Representan los componentes más importantes para la generación de las sustancias húmicas estables. Así, aplicaciones reiteradas de estiércoles de ganado durante períodos prolongados suelen elevar los contenidos de humus del suelo.

Los beneficios que tiene el estiércol al ser aplicado al suelo:

Por un lado aporta materia orgánica a suelo. El nivel de materia orgánica presente en el suelo se recomienda que sea de al menos un 2 %, por lo tanto, la utilización de estiércol puede ser muy importante en aquellas zonas donde este nivel es bajo (menor del 1%).

Por otro lado, el estiércol es una fuente de elementos nutritivos para las plantas (N, P, K).

Guaigua, W. (2007) enumera las siguientes ventajas en el uso de estiércol vacuno como fertilizantes:

- Apropiado para sistemas de producción mixta de cultivos de alto valor con ganado. Se recomienda establecer sistemas para mantener el ganado parcialmente (o completamente en fincas pequeñas), estabulados o confinados lo cual permitirá aprovechar el estiércol.
- Se justifica sobre todo en cultivos de alto valor como hortalizas, café, musáceos, frutales, aunque también se puede utilizar en granos básicos.
- Reducción de costos de producción al utilizar abonos orgánicos en vez de fertilizantes químicos en los cultivos. La mayor actividad microbiológica en el suelo reduce problemas de nematodos y varias enfermedades del suelo: en consecuencia reduce el uso de plaguicidas.
- Aumento de valor de la finca por mejoramiento de la fertilidad y estructura del suelo.

6. Desventajas del uso de estiércol bovino como fertilizante

Guaigua, W. 2007, detalla que una de las restricciones de este uso es que en fincas grandes es menos factible debido a las cantidades grandes requeridas y a la mano de obra necesaria para manejar el estiércol. Sin embargo se utiliza en fincas grandes de ganadería intensiva.

Un punto muy importante sobre este tema lo trata Trinidad, S. (1987) relacionado con la contaminación por el uso de estiércol, constituyendo una desventaja para este sistema. Este autor señala que las fuentes de contaminación por estiércol son, por un lado, el estercolero o la pila donde se almacena antes de su aplicación y, por otro, el estiércol una vez que se ha aplicado a la tierra.

La principal forma de contaminación del estiércol es la polución con nitratos del agua que puede utilizarse posteriormente para consumo como potable, pero no hay que olvidar la posible contaminación que pueden producir los malos olores que desprende.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental “Tunshi” de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, parroquia Licto, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, con un tiempo de duración de 70 días, los mismos que fueron distribuidos conforme a las necesidades de tiempo para cada actividad, a partir de la separación de parcelas, análisis de suelo, aplicación de biofertilizantes, toma de datos y corte.

Las condiciones meteorológicas de la Estación Experimental Tunshi, se detallan a continuación en el (cuadro 3).

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.

Parámetros	Valores
Temperatura promedio, °C	13,40
Humedad relativa, %	63,10
Precipitación, mm/año	564,50
Velocidad del viento, m/s	2,1

Fuente: Negrete, J y Arévalo, M. (2014).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El Tamaño de la Unidad Experimental fue de 20 m² (5x4). Con un total de 27 unidades experimentales con un área total neta de ensayo de 540 m², más áreas para caminos; constituyendo un área total de 640 m² de terreno para la experimentación.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- Herramientas manuales (martillo, hoz).
- Piola.
- Rótulos de identificación.
- Estacas.
- Flexómetro.
- Fundas de papel.
- Libreta de apuntes, esferos.
- Cámara fotográfica.
- Registros.
- Cuadrante.
- Estiércol Bovino.
- *Tricoderma*.
- *Rhizobium*.

2. Equipos

- Balanza analítica.
- Equipo de computación.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se utilizaron tres dosis de *Tricoderma sp* (1, 2, 3 l/ha) más *Rhizobium meliloti* (250, 500, 750 gr/ha) y 10 Tn de abono bovino. La distribución de los tratamientos se efectuó bajo un experimental anidado en Diseño de Bloques Completamente al Azar con dos criterios de clasificación (Dosis de Estiércol Bovino + *Tricoderma* y dosis de *Rizobium*), por lo que se estudiaron 9 tratamientos con tres repeticiones cada uno, con un tamaño de unidad experimental de 20m², con un total de 540 m². El modelo lineal aditivo para el diseño de Bloques Completamente al Azar en arreglo bifactorial fue:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + B_k + (A_j * B_k) + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} =	Valor estimado de la variable.
μ =	Media general
R_i =	Efecto de los bloques i.
A_j =	Efecto del factor A (Dosis de Estiércol Bovino + Tricoderma), j
B_k =	Efecto del factor B (Dosis de Rizobium), k
ϵ_{ijk} =	Efecto del error experimental.

1. Esquema del Experimento

El esquema del experimento se detalla en el cuadro 4.

Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS					
Niveles de estiércol bovino + <i>Tricoderma</i>	Dosis de <i>Rhizobium</i>	CÓDIGO	T.U.E	REP.	TOTAL
10 Tn/ha de Estiércol bovino + 1 L/ ha de Tricoderma	250 gr/ha	A1B1	20 m ²	3	60 m ²
	500 gr/ha	A1B2	20 m ²	3	60 m ²
	750 gr/ha	A1B3	20 m ²	3	60 m ²
10 Tn/ha de Estiércol bovino + 2 L/ ha de Tricoderma	250 gr/ha	A2B1	20 m ²	3	60 m ²
	500 gr/ha	A2B2	20 m ²	3	60 m ²
	750 gr/ha	A2B3	20 m ²	3	60 m ²
10 Tn/ha de Estiércol bovino + 3 L/ ha de Tricoderma	250 gr/ha	A3B1	20 m ²	3	60 m ²
	500 gr/ha	A3B2	20 m ²	3	60 m ²
	750 gr/ha	A3B3	20 m ²	3	60 m ²
TOTAL					540 m ²

TUE*: Tamaño de la Unidad Experimental

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones que se tomaron en cuenta en la investigación fueron:

- Análisis del suelo al inicio y final.
- Altura de la planta (cm).
- Porcentaje de cobertura basal (%).
- Porcentaje de cobertura área (%).
- Producción de forraje verde y materia seca (Tn/ha).
- Análisis bromatológico.
- Análisis beneficio-costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes técnicas estadísticas:

1. Análisis de varianza (ADEVA).
2. Separación de medias por el método de Tukey ($P \leq 0,05$) y ($P \leq 0,01$)
3. Análisis de regresión y correlación.

1. Esquema del ADEVA

El esquema de análisis de varianza que se utilizó para el desarrollo de la presente investigación se detalla a continuación en el (cuadro 5).

Cuadro 5. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

ADEVA	Grados de libertad
Total	26
Repeticiones	2
Factor A	3
Factor B	2
Interacción A*B	6
Error	18

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción del experimento

La investigación propuesta se desarrolló en un cultivo establecido de *Arrhenatherum elatius*. Se inició con un corte de igualación y la toma de muestras del suelo, las únicas labores culturales del cultivo se resumieron en el control de malezas y la aplicación del riego en función de las condiciones ambientales que predominaron en la zona de estudio. La aplicación de los biofertilizantes *Trichoderma sp* (cepa harzianum) y *Rhizobium meliloti* más abono bovino se lo realizó de acuerdo a la dosis y forma de aplicación establecidas, es decir en forma basal a nivel de las raíces, y posteriormente aplicación de agua.

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por una parcela de 4m de ancho x 5m de largo, disponiéndose un área total de 540 m², las cuales se identificaron con rótulos y delimitadas con estacas y piolas. Las valoraciones de las variables de investigación se realizaron cada 15 días luego del corte de igualación, el corte se realizó los 60 días y las muestras fueron enviadas al laboratorio.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Cobertura basal (%)

Jiménez, A. (2010), para determinar la cobertura basal se utilizó el método de la línea de Canfield, bajo el siguiente procedimiento; se midió el área ocupado por la planta en el suelo, se sumó el total de las plantas presentes en el transepto y por relación se obtuvo el porcentaje de cobertura basal.

2. Cobertura aérea (%)

Quinzo, A. (2014), para determinar la cobertura basal se utilizó el método de la línea de Canfield, con el siguiente procedimiento; se midió el área ocupado por la planta en su parte media del follaje, se sumó el total de las plantas presentes en

el transepto y por relación se obtuvo el porcentaje de cobertura aérea.

3. Altura de la planta (cm)

Guevara, C. (2010), consistió en la medición de la altura de la planta en las distintas etapas fenológicas, se expresó en cm. Tomando la misma desde la superficie del suelo, hasta la media terminal de la hoja más alta.

4. Producción de forraje en materia verde y seca (Tn /ha)

Se trabajó en función al peso, para lo cual se cortó una muestra representativa de cada parcela, mediante la utilización de un cuadrante de 1 m², y se dejó para el rebrote a una altura de 5 cm, el peso a obtenerse se relacionó con el 100% de la parcela, y posteriormente se estimó la producción en Tn/ha. Se efectuó el cálculo de producción de forraje en materia seca Tn/MS/ha, cuando se midió la producción en forraje verde, se tomó una muestra del forraje y se llevó al laboratorio para la evaluación del contenido de materia seca. (Guevara, C. 2010).

5. Análisis Bromatológico

Se fundamentó en el porcentaje de Humedad, Cenizas, Fibra, Proteína Bruta se lo efectuó a los 60 días de edad del pasto.

6. Análisis del suelo antes y después del ensayo.

Previo a la aplicación y luego de la aplicación de los tratamientos se tomó una muestra del suelo de 10 a 15 cm de profundidad.

7. Evaluación Económica

Bonifáz, J. (2011), Este parámetro se evaluó a través del análisis beneficio costo.

Beneficio/Costo = Ingresos totales (\$) / Egresos totales (\$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE *Tricoderma sp* (cepa harzianum) MÁS ABONO BOVINO. Y *Rhizobium meliloti*

1. Cobertura basal (%)

a. Por efecto de estiércol bovino más diferentes niveles de Tricoderma

En el análisis de varianza del porcentaje de cobertura basal del pasto avena, que se observa en el cuadro 6, se registró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), reportándose el mayor porcentaje de cobertura basal al aplicar 10 Tn/ha estiércol bovino + 2 L/ha tricoderma (A2), con 32,33% , seguida y sin diferir estadísticamente del tratamiento A3 (10 Tn/ha estiércol bovino + 3 L/ha tricoderma con 31,89%, en tanto que la respuesta menos eficiente se evidenció al aplicar 10 Tn/ha estiércol bovino + 1 L/ha tricoderma con medias de 28,67% de cobertura basal, (gráfico 1).

Según los resultados expuestos la mayor cobertura basal se registró al aplicar estiércol de bovino más 2 L/ha de tricoderma en las parcelas de pasto avena, lo que puede atribuirse a que el uso de biofertilizantes provoca una simple mejora nutritiva de la planta hospedera debida al aumento de eficacia en la absorción de nutrientes por la raíz, permitiendo la captación de agua y nutrientes más allá de la zona de agotamiento que se crea alrededor de las raíces, por la propia absorción de la planta, que se refleja directamente sobre la producción de forraje en cada uno de los cortes que se espera realizar. (Rosas, F. 2013).

Las respuestas anteriormente señaladas quizá se deben a lo indicado sobre este biofertilizante por Cruz, M. (2008), contiene hormonas, macro y microelementos presentes en los bioabonos que aunque en mínimas cantidades, actúan efectivamente en el desarrollo de los cultivos de pastos, ratificando lo mencionado por Loaiza, J. (2005), la *Tricoderma sp.* es un hongo que tiene también una serie

Cuadro 6. COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA), BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTE DOSIS DE TRICHODERMA MAS UNA BASE ESTANDAR DE ABONO BOVINO.

VARIABLES	POR EFECTO DE LOS NIVELES DE TRICHODERMA MAS ABONO BOVINO				
	10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico	10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico	10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico	EE	Prob
	A1	A2	A3		
Cobertura basal, %	28,67 B	32,33 a	31,89 a	0,40	<0,0001
Cobertura aérea, %	50,11 B	56,11 a	56,44 a	0,30	<0,0001
Altura de la planta, cm	30,33 B	35,11 a	34,44 a	0,35	<0,0001
Pdn. forraje verde, Tn/ha/corte	2,30 C	4,94 a	4,63 b	0,02	<0,0001
Pdn. materia seca, Tn/ha/corte	0,97 C	2,25 a	2,14 b	0,01	<0,0001

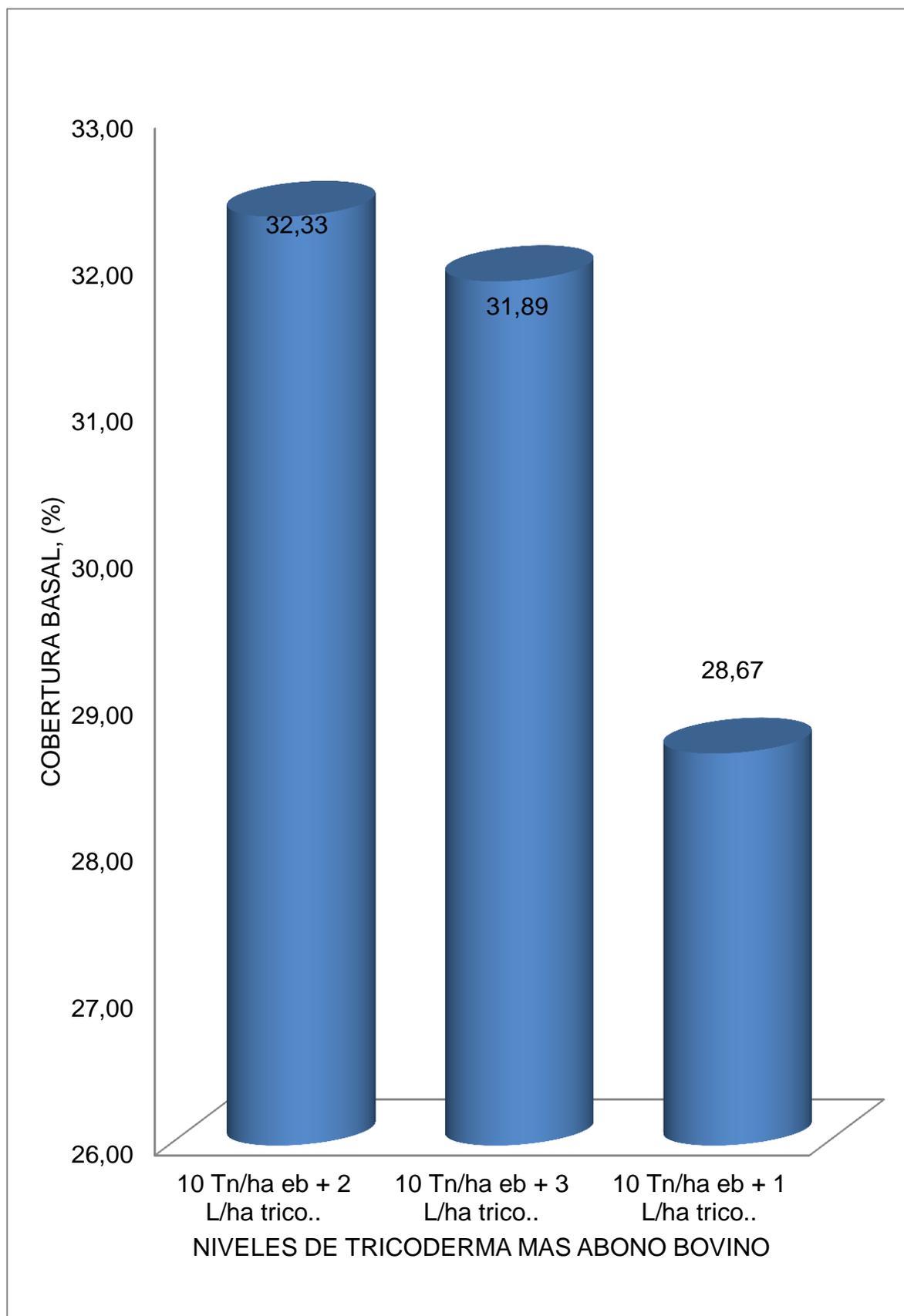


Gráfico 1. Comportamiento de la cobertura basal, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de Tricoderma más abono bovino.

de efectos secundarios en el suelo, emite vitaminas que absorbe la raíz, con lo que la planta crece más rápido y también gran cantidad de enzimas, que hace que la raíz se alimente mejor, este hongo se alimenta de nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos, en caso de que no tenga ningún hongo para alimentarse mejora también la estructura del suelo.

Los valores obtenidos en la investigación son superiores a los señalados por Guaigua, W. (2007), al utilizar 420 y 280 L/ha de abono líquido foliar de estiércol bovino enriquecido con microelementos se obtuvo los mayores promedios de cobertura basal con 34.68 y 32.84 %, al igual que con los de Benítez, A. (2008), quien al realizar la evaluación de diferentes fertilizantes orgánicos e inorgánicos aplicados foliarmente en la producción de forraje y semilla de pasto avena registro valores de 34,83 al aplicar el Abono orgánico Algalik.

El análisis de regresión de la producción de cobertura basal a los 40 días que se ilustra en el gráfico 2, determina una tendencia cuadrática altamente significativa, que infiere que, partiendo de un intercepto de 20,88%, la cobertura basal asciende según se incrementan los niveles de trichoderma en 9,83%, para finalmente disminuir en 2,05 en el más alto nivel de este biofertilizante, además presenta un coeficiente de determinación $R^2 = 49,04\%$, y una correlación positiva alta de 0,70 entre las dos variables.

La ecuación de regresión fue la siguiente:

$$\text{Cobertura basal} = 20,889 + 9,8333\text{NT} - 2,0556\text{NT}^2$$

b. Por efecto de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*

El análisis de varianza de la cobertura basal del *Arrhenatherum elatius*, (pasto avena), por efecto del factor B (cuadro 7), presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), así al utilizar 750 g/ha de rhizobium, los resultados fueron los más altos de la investigación con medias de 32,00% y que descienden a 31,33% al aplicar 500 g/ha de rhizobium, en comparación de los resultados

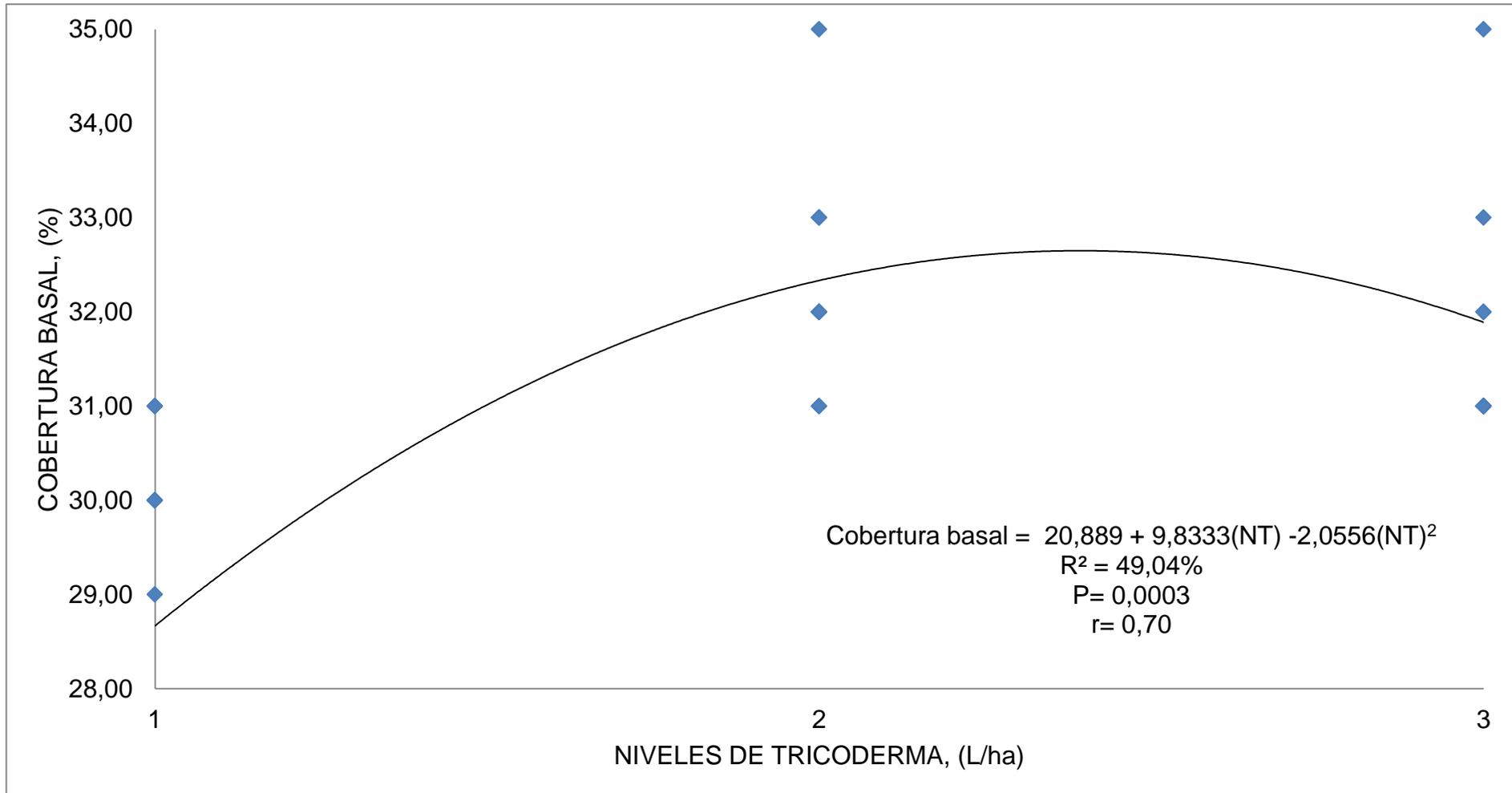


Gráfico 2. Regresión de la cobertura basal, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de triconderma.

Cuadro 7. COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA), BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTE DOSIS DE *Rhizobium meliloti*.

VARIABLES	POR EFECTO DE LOS NIVELES DE RHIZOBIUM				
	250 g/ ha	500 g/ha	750 g/ha	EE	Prob
	B1	B2	B3		
Cobertura basal, %	29,56 b	31,33 a	32,00 a	0,40	0,0017
Cobertura aérea, %	52,22 c	54,33 b	56,11 a	0,30	<0,0001
Altura de la planta, cm	32,00 b	32,78 b	35,11 a	0,35	<0,0001
Pdn. forraje verde, Tn/ha/corte	3,40 c	3,97 b	4,50 a	0,02	<0,0001
Pdn. materia seca Tn/ha/corte	1,52 c	1,80 b	2,03 a	0,01	<0,0001

registrados en las parcelas del tratamiento B1 (250 g/ha de rhizobium); que registraron medias de 29,56% de cobertura basal y que son las respuestas más bajas de la investigación. Estos resultados pueden deberse a que al utilizar *Rhizobium meliloti*, se está provocando una acumulación de nitrógeno en el suelo y por ende un mejor desarrollo de las plantas, las mismas que influyen en la cobertura basal de la planta, ilustrado en el (gráfico 3).

Fiallos, L. (2000), en la evaluación de reguladores de crecimiento aplicado a diferentes edades post corte en la producción de semilla de pasto avena obtuvo 64,94% de cobertura basal, Samaniego, E. (1992), de 44,59%, y Parra, R. (1993), 55,39%, valores que resultan superiores al presente trabajo investigativo, lo que puede deberse a las distintas condiciones medioambientales de cada experimento.

c. Por efecto de la interacción entre estiércol bovino más diferentes niveles de Tricoderma y diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*

La valoración del efecto de la interacción entre el factor A y B, sobre la variable porcentaje de cobertura basal, que se aprecia en el cuadro 8, determinó diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos, los resultados se encuentran entre 33,00% y 25,67%, y que corresponden a las parcelas fertilizadas con 10 Tn/ha estiércol bovino + 3 L/ha tricoderma x 750 g/ha de rhizobium (A3B3) y 10 Tn/ha estiércol bovino + 1 L/ha tricoderma x 250 g/ha de rhizobium (A1B1), correspondiendo estos reportes a los valores más altos y bajos de la presente investigación en su orden. Permitiendo establecerse que el nivel óptimo de tricoderma es de 3 L/ha y de rhizobium 750 g/ha; ya que producen una mayor cobertura basal, lo que es producto de la conjugación entre los efectos benéficos del tricoderma más el rhizobium, ya que este último provoca una acumulación de nitrógeno en el suelo lo que permite un mejor desarrollo de las plantas, lo que influye en la cobertura basal de la planta, como se muestra en el (gráfico 4).

En los estudios realizados por Chavarrea, S. (2004), sobre esta variable, reporto

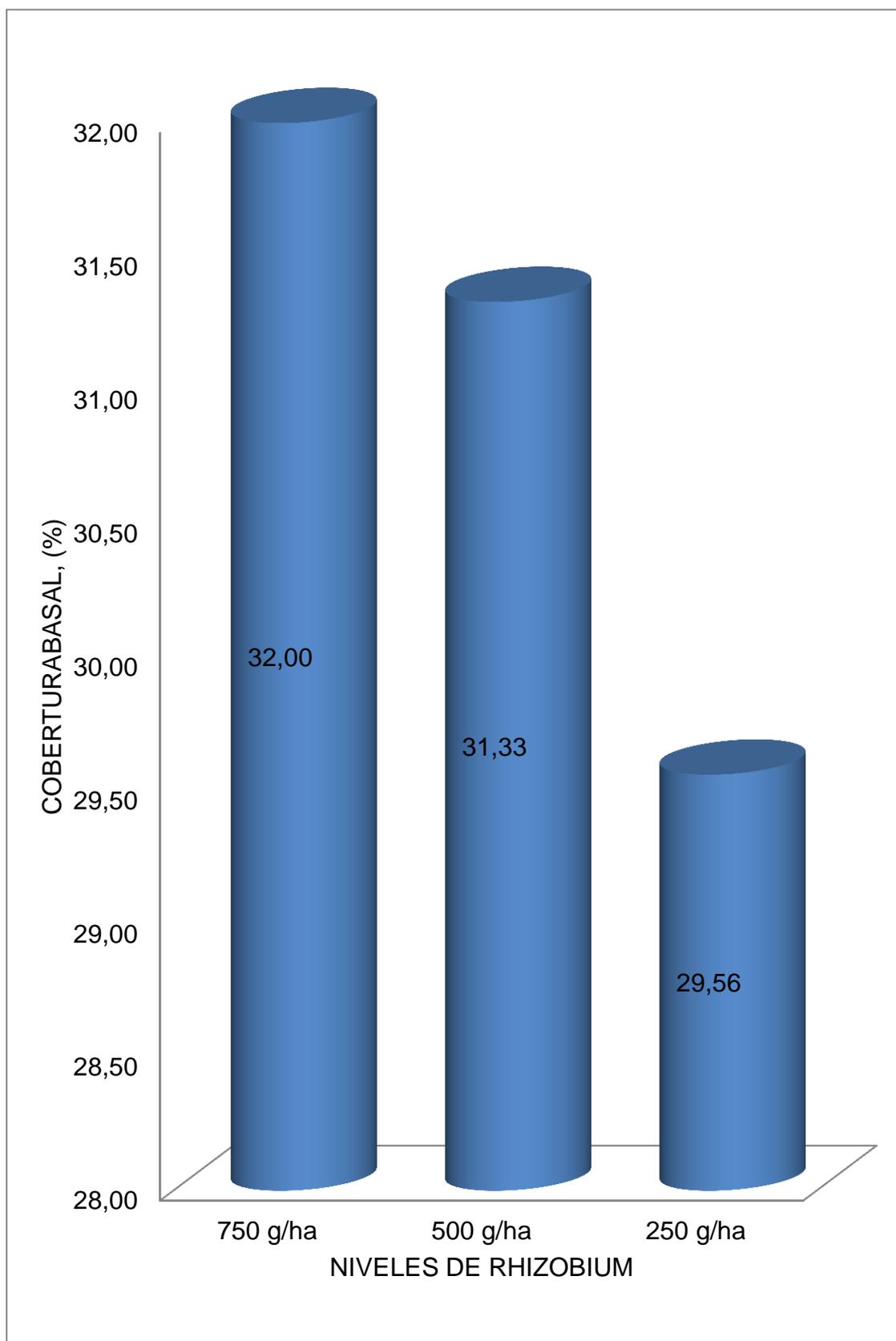


Gráfico 3. Comportamiento de la cobertura basal, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de Rhizobium.

Cuadro 8. COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA), BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTE DOSIS DE TRICODERMA MAS UNA BASE ESTANDAR DE ABONO BOVINO POR DIFERENTES NIVELES DE *Rhizobium meliloti*.

VARIABLES	EFECTO DE LA INTERACCION ENTRE NIVELES DE ESTIERCOL BOVINO MAS TRICODERMA POR NIVELES DE RHIZOBIUM									EE	Prob
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3		
Cobertura basal, %	25,67 b	30,00 a	30,33 a	31,67 a	32,67 a	32,67 a	31,33 a	31,33 a	33,00 a	0,70	0,04
Cobertura aérea, %	48,00 d	49,33 d	53,00 c	55,33 bc	57,67 ab	55,33 bc	53,33 c	56,00 b	60,00 a	0,51	<0,0001
Altura de la planta, cm	30,67 de	28,67 e	31,67 cde	34 bc	36,00 ab	35,33 ab	31,33 cde	33,67 bcd	38,33 a	0,61	0,0002
Pdn. FV, Tn/ha/corte	1,87 f	1,93 f	3,10 e	4,68 c	5,28 b	4,84 c	3,64 d	4,70 c	5,54 a	0,03	<0,0001
Pdn. MS, Tn/ha/corte	0,78 g	0,81 g	1,31 f	2,12 d	2,41 b	2,21 c	1,68 e	2,17 cd	2,57 a	0,01	<0,0001

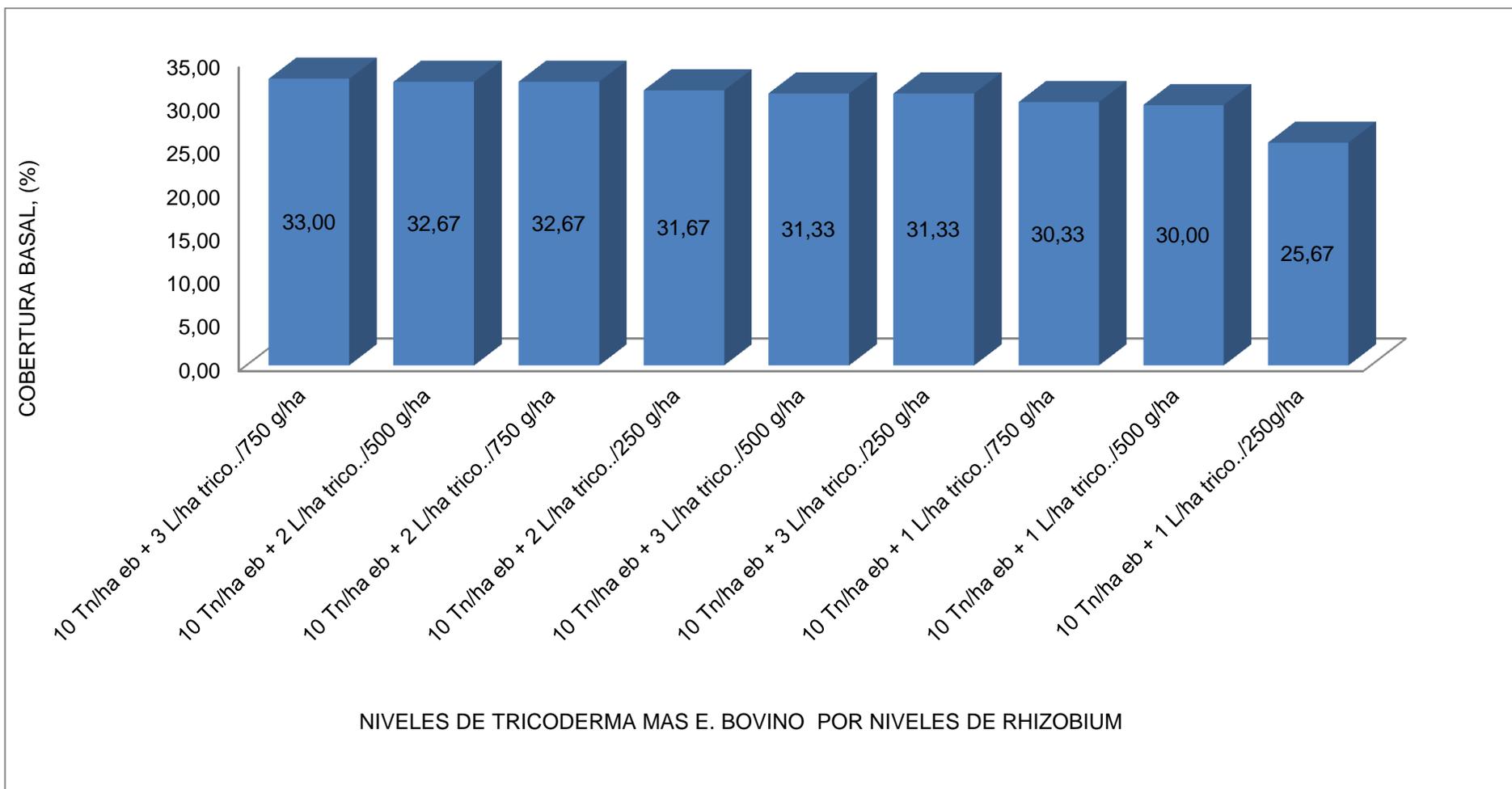


Gráfico 4. Comportamiento de la cobertura basal, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de Tricoderma más abono bovino por niveles de Rhizobium.

un porcentaje de cobertura basal en la floración de 69,96 con el tratamiento A3B1C2 (Etileno x a los 7 días x 4000.000 ppm/ha de hormonas), con 69,96%, este valor es inferior a los registrados en la presente investigación. Probablemente debido a que los abonos orgánicos a base de estiércol tienen una acción benéfica que posee todos los elementos esenciales para la nutrición de las plantas N, P y K y contiene una flora bacteriana importante para la recuperación de sustancias nutritivas retenidas en el suelo.

2. Cobertura aérea (%)

a. Por efecto de estiércol bovino más diferentes niveles de Tricoderma

En la evaluación del porcentaje de cobertura aérea del pasto avena, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de los niveles de tricoderma más estiércol bovino (Factor A), estableciéndose las mejores respuestas en las parcelas del tratamiento A3 (10 Tn/ha estiércol bovino + 3 L/ha tricoderma) con 56,44% y que descendieron a 56,11% en el tratamiento A2 (10 Tn/ha estiércol bovino + 2 L/ha tricoderma), mientras tanto las respuestas más bajas se registraron al utilizar 10 Tn/ha estiércol bovino + 1 L/ha de tricoderma (A1), con 50,11%, como se ilustra en el gráfico 5. Es decir que la opción más adecuada de fertilización para el pasto avena es aplicando 10 Tn/ha de abono ovino más tricoderma en dosis de 3 L/ha. Esto se debe a que además de la utilización de del *Tricoderma sp*, se utilizó materia orgánica, la misma que incorpora nutrientes que son asimilados por las raíces de la planta, la misma que hace que a medida que se incluye tricoderma se incremente la cobertura aérea de este cultivo.

Las respuestas reportadas son superiores por cuanto Pasto, P. (2008), en su estudio registro coberturas aéreas a los 15 días de 33,96%, y a los 30 de 51,26%; y resultan inferiores a las comparadas con: Paredes, D. (2010), que al aplicar fertilización basal a base de micorrizas más abono orgánico obtuvo el 97,00% de cobertura aérea, al igual que Jiménez, M. (2010), al emplear abonos líquidos foliares orgánicos enriquecidos con micro elementos alcanzo el 91,79%.

Estrada, L. (2014), al evaluar la cobertura aérea en el estudio de la aplicación de

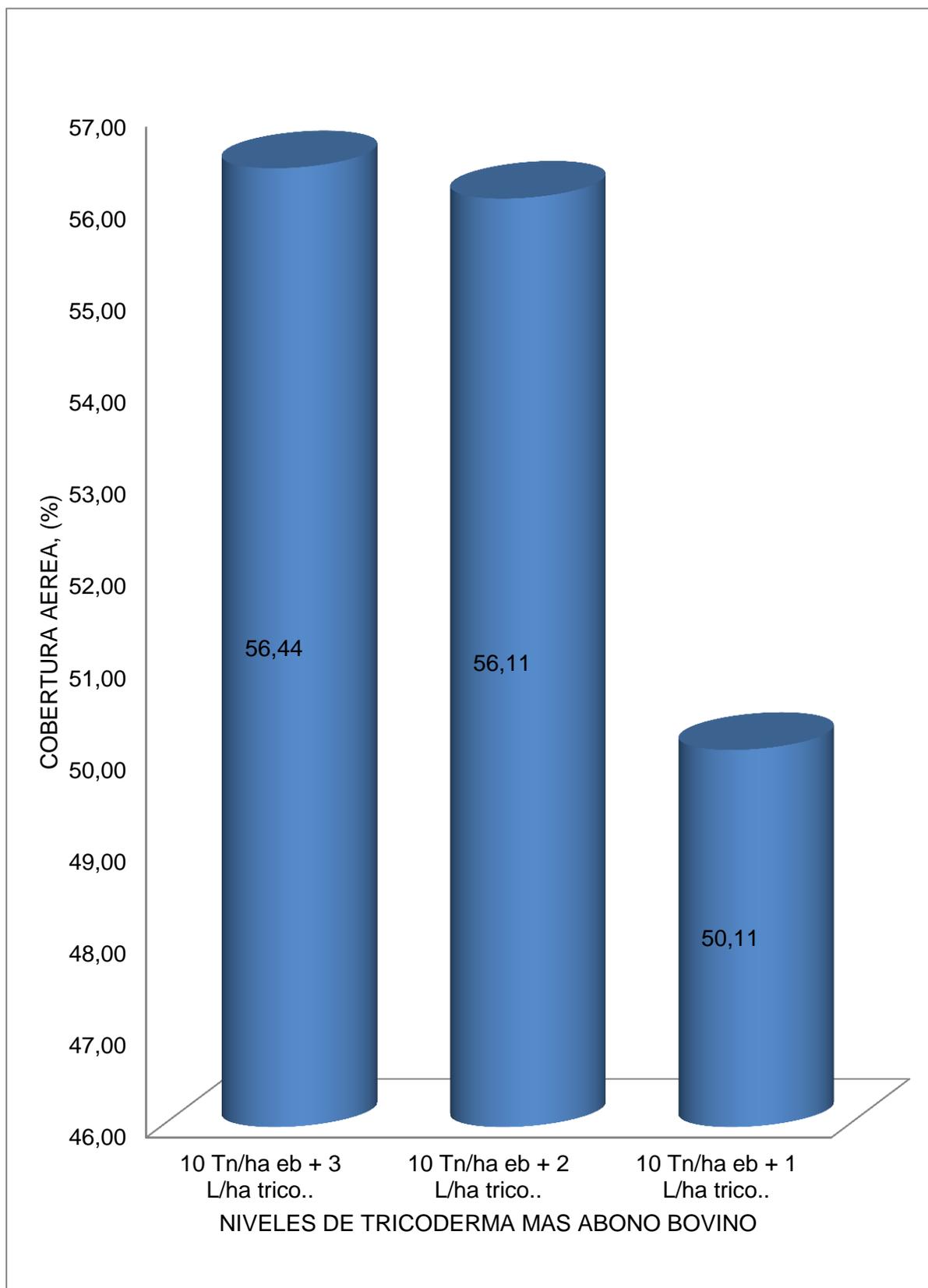


Gráfico 5. Comportamiento de la cobertura aérea, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de Tricoderma más abono bovino.

diferentes niveles de bentonita, frente a un tratamiento testigo, alcanzó los valores con la aplicación de 2, 1,5 y 1 Tn/ha con 66,32; 62,59 y 50,17 %, que son superiores a los de esta investigación. Lo que puede atribuirse a que las bentonitas mejoran las propiedades de suelos arenosos o ácidos lo que a su vez a través de macro y micro elementos ayudan a los cultivos en el desarrollo, floración, engrose y producción.

Mediante el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 6, se estableció una tendencia lineal positiva altamente significativa, en la que se determina que partiendo de un intercepto de 47,88%, la cobertura aérea se eleva en 3,17 por cada unidad de cambio en el nivel de *Trichoderma* aplicado al pasto avena, existiendo además una correlación y relación de 0,71 y 49,77% entre las variables interrelacionadas.

b. Por efecto de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*

El porcentaje de cobertura aérea del *Arrhenatherum elatius* por efecto del factor B (niveles de rhizobium), que se presente en el cuadro 7, registraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0,01$), en donde se alcanzó los valores superiores con la aplicación del tratamiento T3 (750 g/ha), con 56,11 %, a continuación se ubica el tratamiento T2 (500 g/ha), con medias de 54,33%, difiriendo estadísticamente entre ellos, finalmente la respuesta menor infiere sobre las parcelas del tratamiento T1 (250 g/ha), con un porcentaje de cobertura aérea de 52,22 (gráfico 7). Esto quizá se deba a lo mencionado por Ordoñez, S. (2010), los biofertilizantes brindan nutrientes inorgánicos y compuestos orgánicos beneficiosos para las plantas y suelo promueve la salud de las plantas y mejora la estructura del suelo con lo que se favorece su nutrición y su efecto en el crecimiento y desarrollo.

Comparando el valor mayor obtenido en esta investigación se evidencia que son inferiores a los valores registrados por Chavarrea, S. (2004) 120,8%; Fiallos, L. (2000), 103,36%, Samaniego, E. (1992) y Parra, R. (1993), con 57,79% y 61,38% respectivamente.

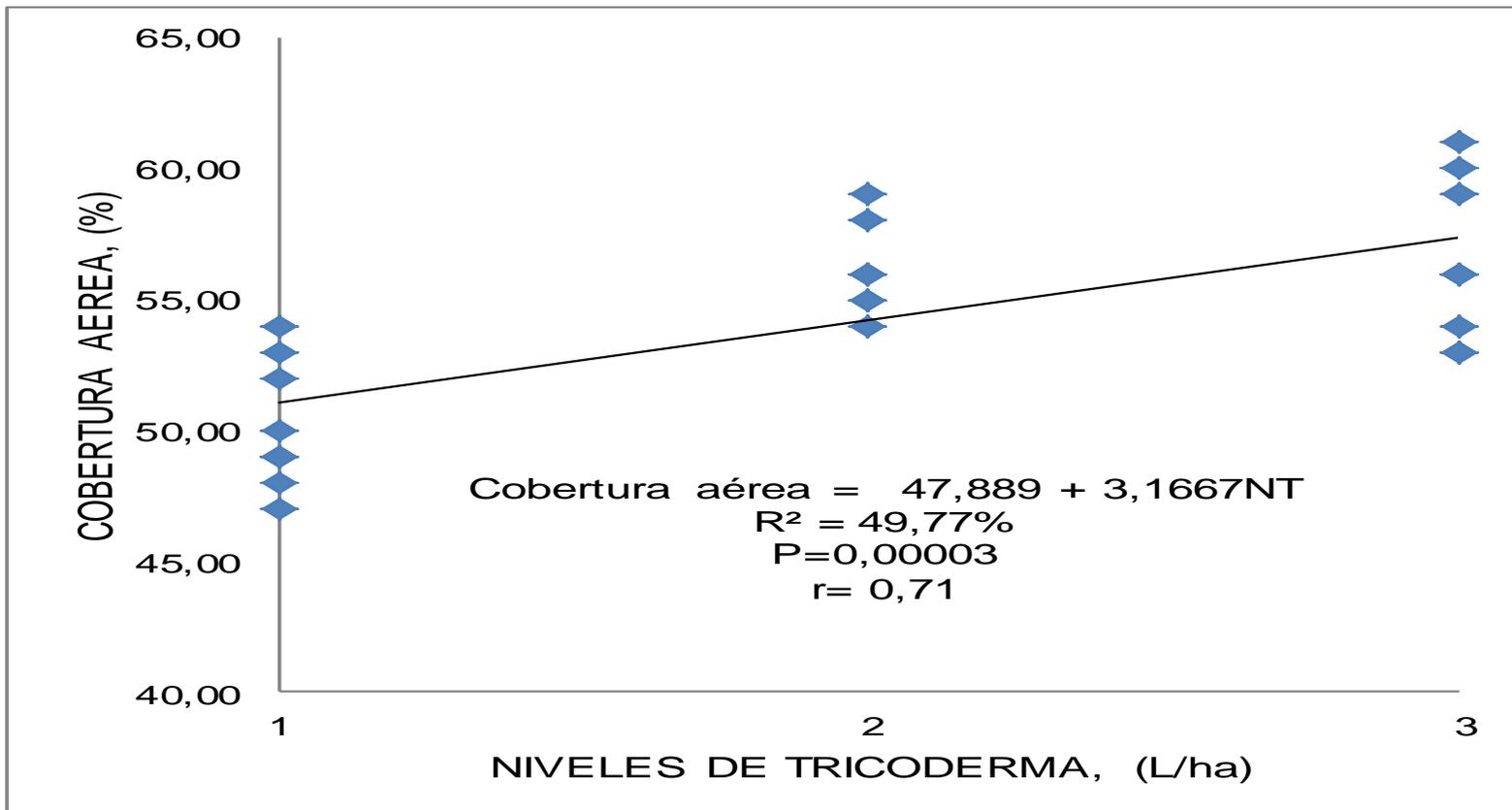


Gráfico 6. Regresión de la cobertura aérea del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de trichoderma.

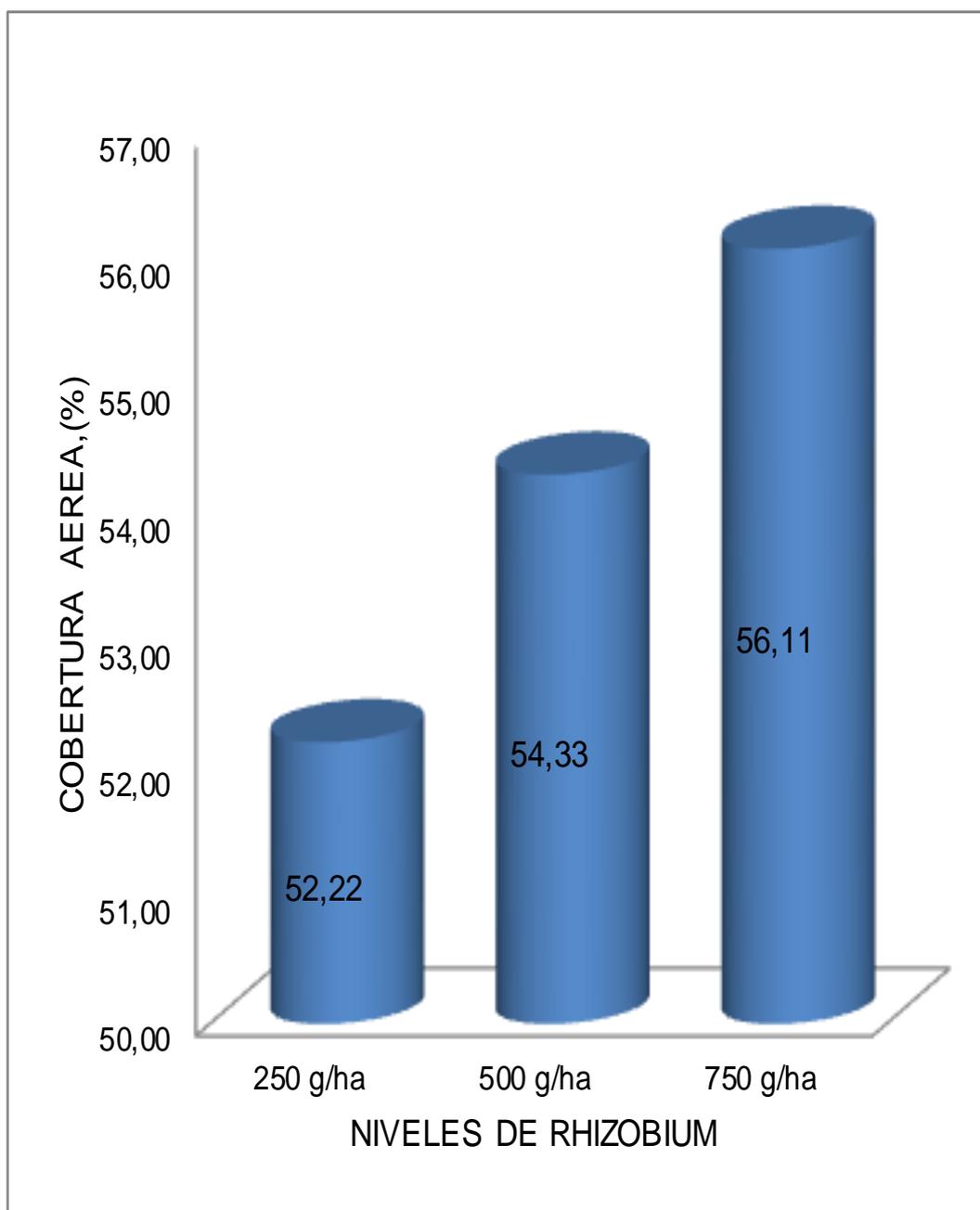


Gráfico 7 . Comportamiento de la cobertura aérea, del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de rhizobium.

c. Por efecto de la interacción entre estiércol bovino más diferentes niveles de Tricoderma y diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*

En la evaluación de la cobertura aérea del pasto avena cultivado por efecto de la interacción A x B, presento diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0,01$), entre los tratamientos (gráfico 8), donde las mejores respuestas se obtuvieron en el tratamiento A3B3 con medias de 60,00% que difiere estadísticamente del resto de tratamientos, a continuación se ubican en orden descendente los tratamientos A2B2, A3B2, A2B3, A2B1, A3B1, A1B3 y A1B2 con medias de 57,67; 56,00; 55,33; 55,33; 53,33; 53,00 y 49,33%, respectivamente y en su orden; finalmente la respuesta menos eficiente se halló con el tratamiento A1B1 ya que presento medias de 48,00% de cobertura aérea. Es decir que la opción más adecuada de fertilización del pasto avena es aplicando 10 Tn/ha estiércol bovino + 3 L/ha tricoderma y más 450 g/ha de rhizobium.

Los resultados anteriormente expuestos, pueden deberse a lo señalado por León, D. (2014), que las *Trichoderma sp.* es un hongo que emite vitaminas que absorbe la raíz, con lo que la planta crece más rápido y emite también gran cantidad de enzimas, que hace que la raíz se alimente mejor, este hongo se alimenta de nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos que lo transmite a la planta ya que fósforo favorece el desarrollo radicular y de los tallos estimulando la relación con el nitrógeno, sobre todo durante la primera fase de crecimiento.

3. Altura de la planta (cm)

a. Por efecto de estiércol bovino más diferentes niveles de Tricoderma

Al analizar la altura de la planta del pasto avena, por efecto del factor A (estiércol bovino más diferentes niveles de tricoderma), registró diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$), el tratamiento A2 (10 Tn/ha eb + 2 L/ha tricoderma) presentó la respuesta más eficiente con medias de 35,11cm, a continuación y sin diferir estadísticamente se ubica el tratamiento A3 (10 Tn/ha eb+ 3 L/ha tricoderma) con 34,44 cm, y finalmente el tratamiento T1 (10 Tn/ha eb + 1 L/ha tricoderma), reporto la respuesta menos eficiente del experimento, con

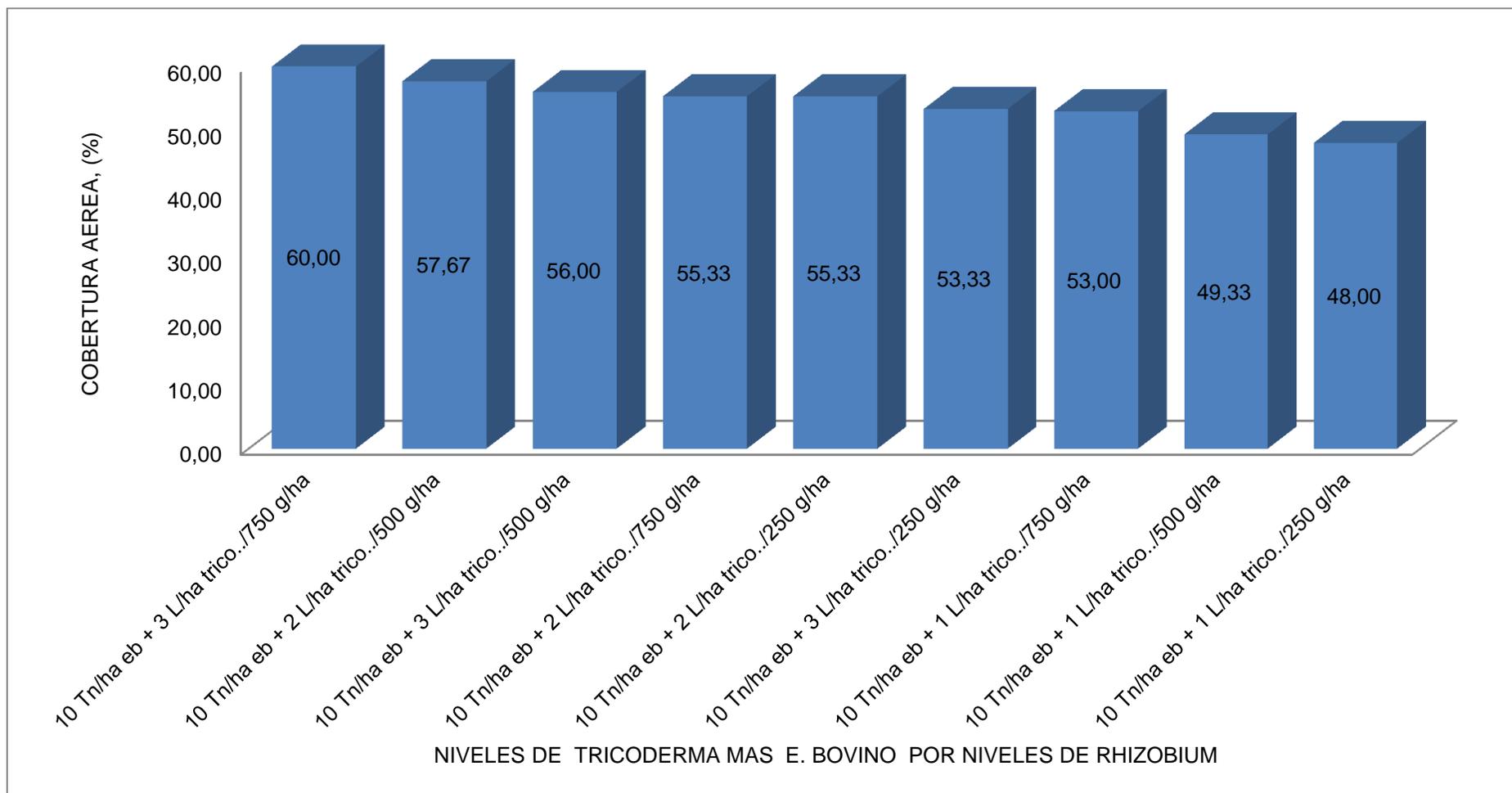


Gráfico 8. Comportamiento de la cobertura aérea del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de Tricoderma más abono bovino por niveles de Rhizobium.

medias de 30,33 cm de altura, como se ilustra en el (gráfico 9).

Los resultados obtenidos pueden deberse a que la trichoderma en dosis altas mejora la altura de la planta del pasto avena, lo que es corroborado por Cruz, M. (2008), la *Trichoderma sp.* es un bioabono productor de sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas, estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios (los que tienen potencial de formar nuevas raíces), en las partes jóvenes de éstas, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas alcancen un desarrollo más rápido que aquellas plantas que no hayan sido tratadas con dicho microorganismo ya que conjuntamente con el abono aplicada hace que las plantas aprovechen los nutrientes, el agua del suelo así como permiten que el suelo resista a la erosión.

Por otra parte, Hernández, R. (2012), señala que el estiércol es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para las actividades agronómicas: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo del 50% de las cosechas.

Tomando en consideración los valores obtenidos por Bayas, A. (2003), quien al emplear biofertilizantes a diferentes niveles reportó alturas de 43,14 a 56,63 cm. y Chavarrea, S. (2004), quien al utilizar fitohormonas como fertilizantes en diferentes dosis a distintas edades post corte en el pasto avena, reportó alturas entre 54,33 y 63,33 cm, se puede indicar que los resultados de la presente investigación son inferiores a los obtenidos por los diferentes autores, lo que puede atribuirse a las condiciones climáticas reinantes en los períodos de producción.

Mediante el análisis de regresión para la estimación de la variable altura del *Arrhenatherum elatius*, que se ilustra en el gráfico 10, se determinó un modelo de regresión que alcanzo un coeficiente de determinación de 51.14%, es así que el modelo de altura de planta = $20,111 + 12,944 \text{ NT} - 2,7222 \text{ NT}^2$ involucra un

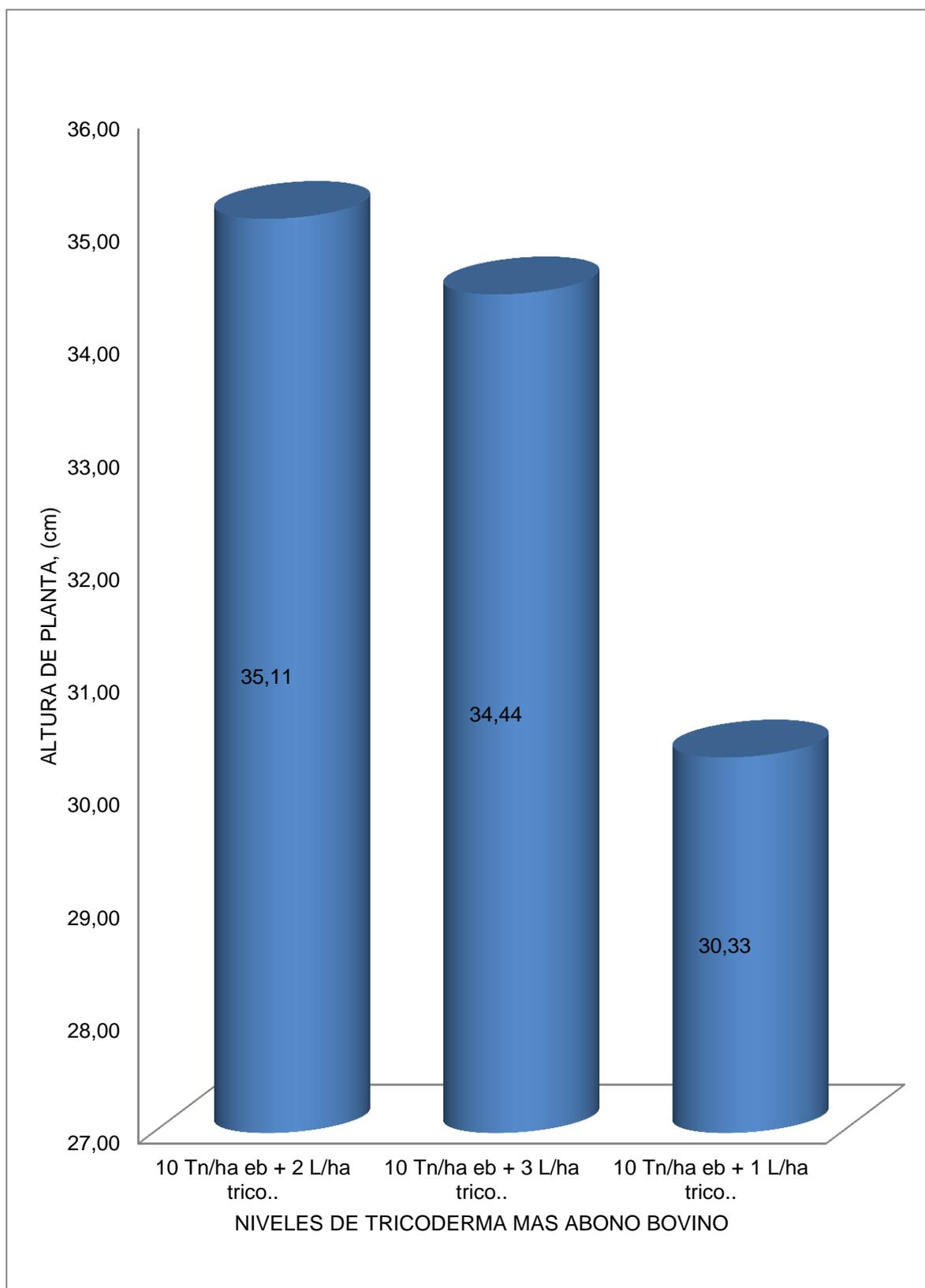


Gráfico 9. Comportamiento de la altura del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de Tricoderma más abono bovino.

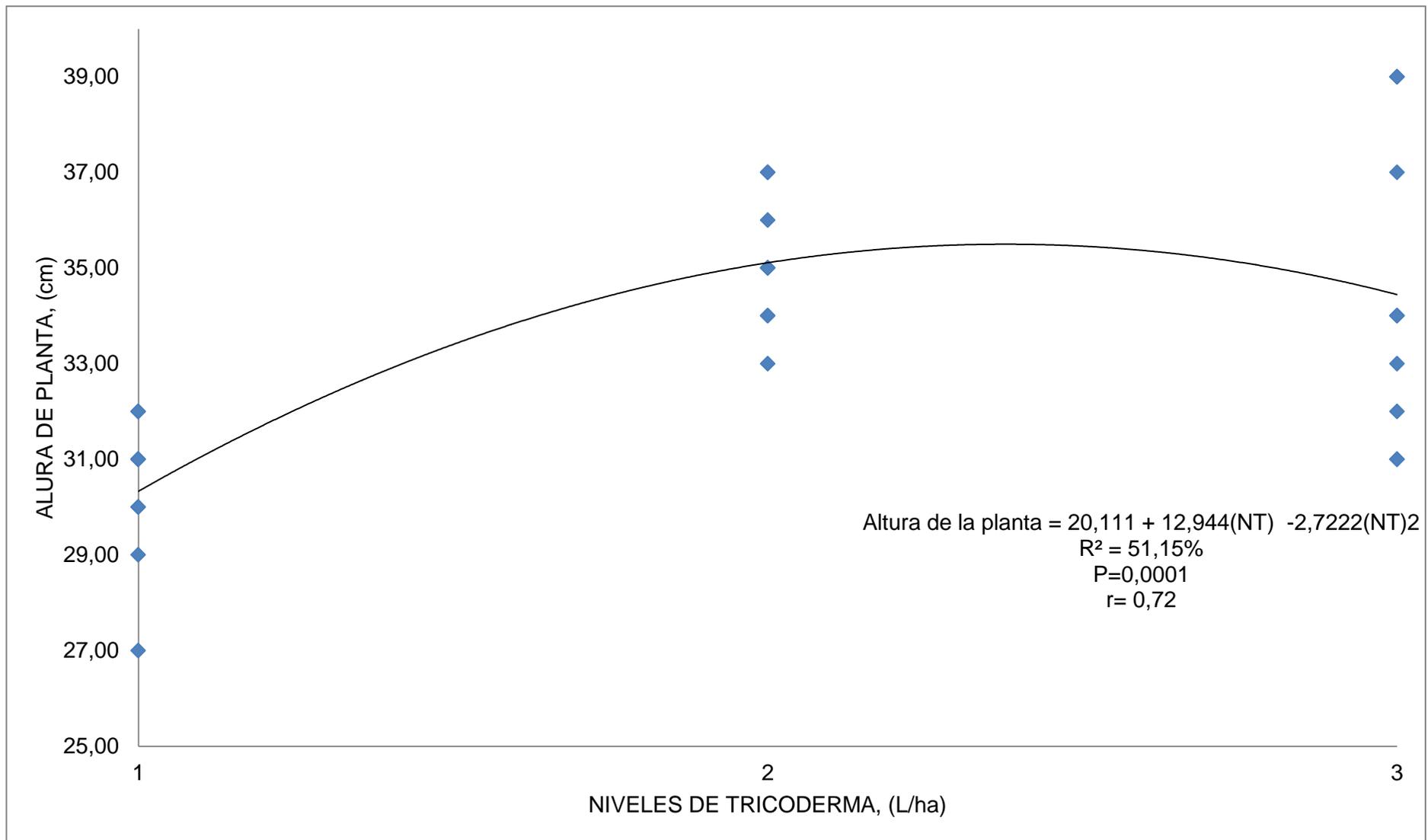


Gráfico 10. Regresión de la altura del pasto avena por efecto de diferentes niveles de Tricoderma.

término cuadrático, estadísticamente significativo por efecto de la influencia de las dosis de trichoderma, lo que permite inferir que partiendo de un intercepto de 20,11 cm, la altura asciende según se incrementa el nivel de trichoderma en 12,94 cm, para finalmente disminuir en 2,72 cm en el más alto nivel de este biofertilizante, además presenta correlación positiva alta de 0,72 entre las dos variables.

b. Por efecto de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*

Al evaluar la variable en estudio por efecto del factor B, las medias presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0,01$), la mejor respuesta de altura de planta en el tratamiento con B3 con 35,11cm, seguido por los tratamientos B2 y B1 con 32,78 y 32,00 cm en su orden, es decir que el mejor nivel de rhizobium para que la planta alcance mayores alturas es de 750 g/ha, ya que al utilizar el *Rhizobium meliloti*, ayuda a incorporar nitrógeno atmosférico en el suelo, el mismo que favorece al desarrollo de la planta, de la misma manera permite disponer nutrientes del abono orgánico empleado en el cultivo del pasto avena y por consiguiente la planta logre una mayor altura.

Los valores obtenidos en la presente investigación, denotan inferioridad con el reporte de López, B. (2007), quien al emplear diferentes niveles de humus de lombriz (0, 3,6 y 9%), en la producción de forraje aplicado en forma basal registró medias que fluctuaron entre 82,11 y 83,44 cm. Lo que se debe a que el uso de los abonos orgánicos mejora el contenido de microorganismos que contiene el suelo, este se vuelve más productivo y por ende ayuda en el vigor de las plantas ya que la mayoría de fertilizantes inorgánicos carecen de microorganismos benéficos para el suelo y por ende para las plantas.

c. Por efecto de la interacción entre estiércol bovino más diferentes niveles de Trichoderma y diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*

El análisis de varianza de la altura del pasto avena, por efecto de la interacción entre estiércol bovino más diferentes niveles de trichoderma y diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*, registro diferencias estadísticas altamente significativas

($P \leq 0,01$) entre las medias de los tratamientos, se identifica los valores más altos cuando al pasto avena se le aplicó 10 Tn/ha de estiércol bovino más 3 L/ha de trichoderma y más 750g/ha de rhizobium (A3B3) con medias de 38.33 cm; mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados cuando se aplicó 10 Tn/ha de estiércol bovino más 1 L/ha de trichoderma y más 500 g/ha de rhizobium (A1B2), ya que las medias fueron de 28,67 cm., como se reporta en el cuadro 8. Lo que demuestra que las plantas a las que se les aplicó la combinación de biofertilizantes en mayores dosis, alcanzan mayores alturas que el resto de tratamientos, ya que las plantas adquirieron un mejor desarrollo cuando se utilizó biofertilización en mayores niveles, (gráfico 11).

Cayambe, M. (2013), al evaluar diferentes niveles de bokashi más la adición de giberelinas en la producción del pasto avena, registro alturas de 48.52 cm al utilizar 4 Tn/ha, de bokashi sin la adición de giberelinas, valor que al compararlo con los obtenidos en el presente ensayo experimental resulta superior, la diferencia puede deberse a las condiciones medioambientales diferentes que se presentaron en cada una de las investigaciones.

4. Producción de forraje verde (Tn/ha/corte)

a. Por efecto de estiércol bovino más diferentes niveles de Trichoderma

Al evaluar la producción de forraje verde por efecto del factor A, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0,01$), donde la mayor producción de forraje verde se registró en el tratamiento (A2), al utilizar 10 Tn/ha estiércol bovino + 2 L/ha trichoderma con medias de 4,94 Tn/ha/corte, seguido por el tratamiento A3 (10 Tn/ha estiércol bovino + 3 L/ha trichoderma) con una producción de 4,63 Tn/ha/corte, finalmente la menor producción de forraje verde corresponden a la parcelas del tratamiento A1 (10 Tn/ha estiércol bovino + 1 L/ha trichoderma), que presentaron las respuestas más bajas las medias fueron de 2,30 Tn/ha/corte de forraje verde (gráfico 12). Por lo descrito anteriormente se determina que al realizar la abonadura del pasto avena con 10 Tn/ha estiércol bovino + 2 L/ha trichoderma, se obtienen mejores producciones de forraje verde.

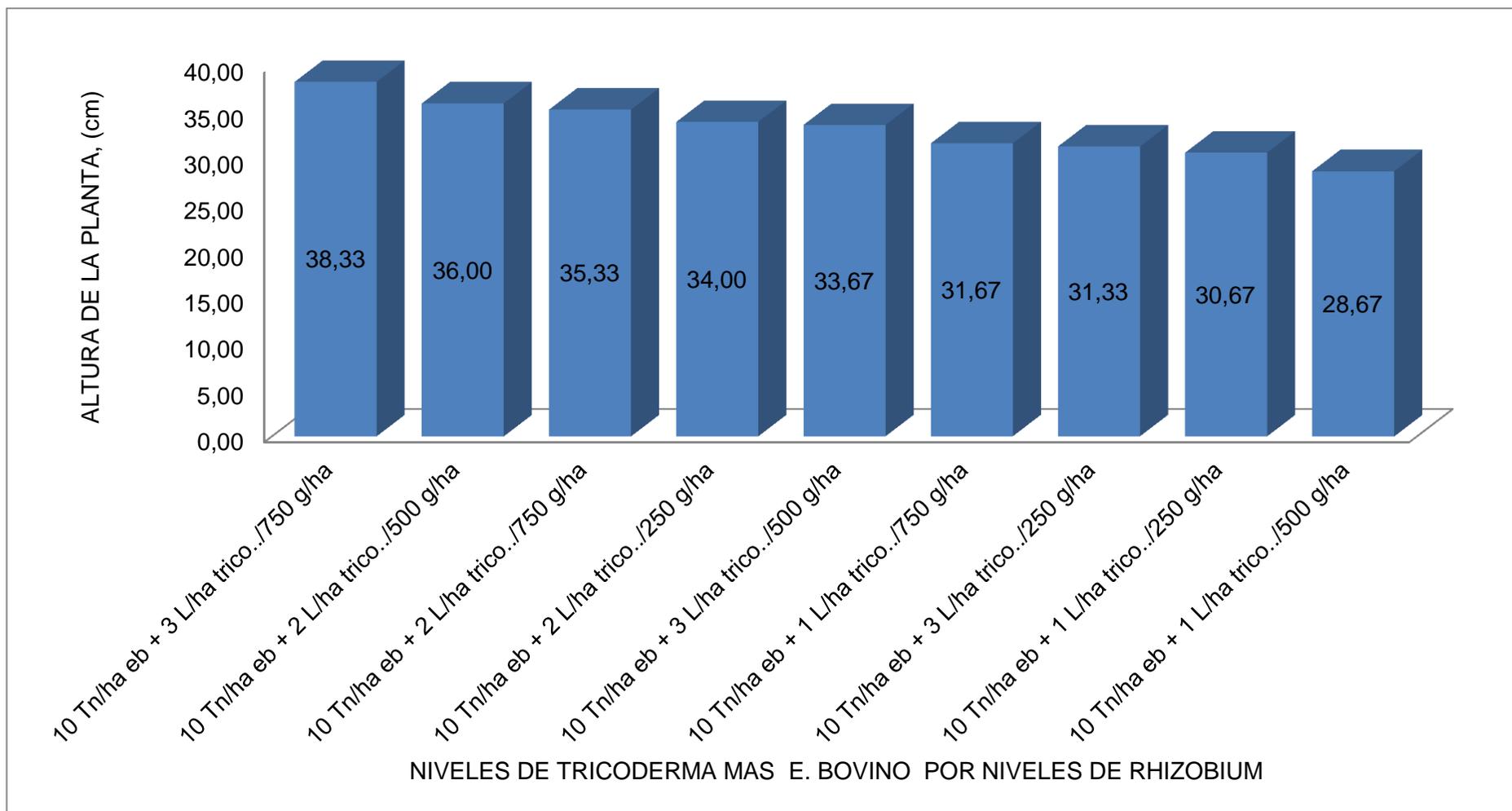


Gráfico 11. Comportamiento de la altura del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de Tricoderma más abono bovino por niveles de Rhizobium.

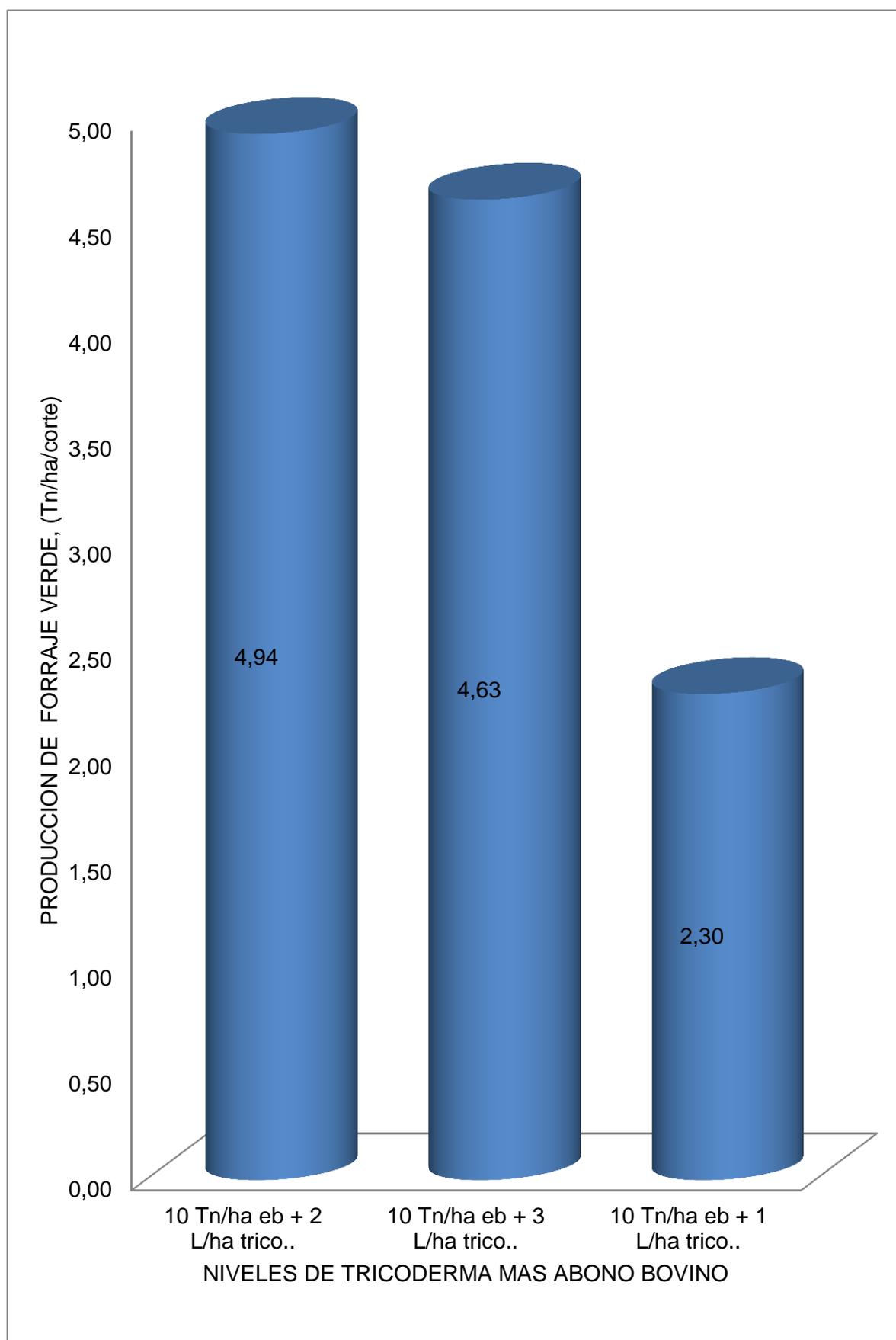


Gráfico 12. Comportamiento de la producción de forraje verde del pasto avena por efecto de diferentes niveles de Tricoderma mas abono bovino.

Por otra parte, Caicedo, J. (2008), se señala que las gramíneas como es el caso de *Arrhenatherum elatius* están presentes en todas las asociaciones práticolas del mundo, están adaptadas biológica y estructuralmente, se adaptan a una gran variedad de suelos y pueden sobrevivir en condiciones adversas entre estas alta dosis de siembra, competencia, fuego, pastoreo, etc.

Los resultados reportados en la investigación son inferiores a los registrados por Gaibor, N. (2008), y Estrada, L. (2014) que utilizando 15 Tn/humus/ha, logra 8,15 t/ha,/corte del pasto avena *Arrhenatherum elatius*, realizando 6 cortes al año y el segundo investigador aplicando 2 Tn/ha de bentonita alcanzo una producción de forraje verde de 12,11 Tn/ha/corte

De la misma forma estos resultados son inferiores a los reportados por Becerra, R. (2009), en la evaluación de diferentes niveles de humus de lombriz en la producción de forraje del *Arrhenatherum elatius*, se obtiene un rendimiento de 4,91 Tn de forraje verde por hectárea y por corte.

Mediante el análisis de regresión (gráfico 13), se estableció una tendencia cuadrática altamente significativa con una ecuación para la producción de forraje verde = $-3,2789 + 7,0506NT - 1,4717NT^2$, que infiere que a medida que aumentaron las dosis de Tricoderma, aumento la producción de forraje verde, en la utilización de 2 L/ha (A2), para finalmente disminuir al utilizar 3 L/ha (A3), en 1,47 Tn; además presento un coeficiente de correlación de 0,95 y un coeficiente de determinación $R^2 = 80,57\%$, en tanto que el 19,43% restante se debe a otros factores no considerados en la presente investigación y que tiene que ver con la calidad el suelo y las necesidades del cultivo.

b. Por efecto de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*

La producción de forraje verde por efecto de los diferente niveles de rhizobium en parcelas de pasto avena, presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0,01$), donde, la mejor producción de forraje verde fue alcanzada por el tratamiento B3 (700 g/ha), con 4,50 Tn/ha/corte, mientras que la menor producción fue 3,40 Tn/ha/corte lograda en el tratamiento B1 (250 g/ha),

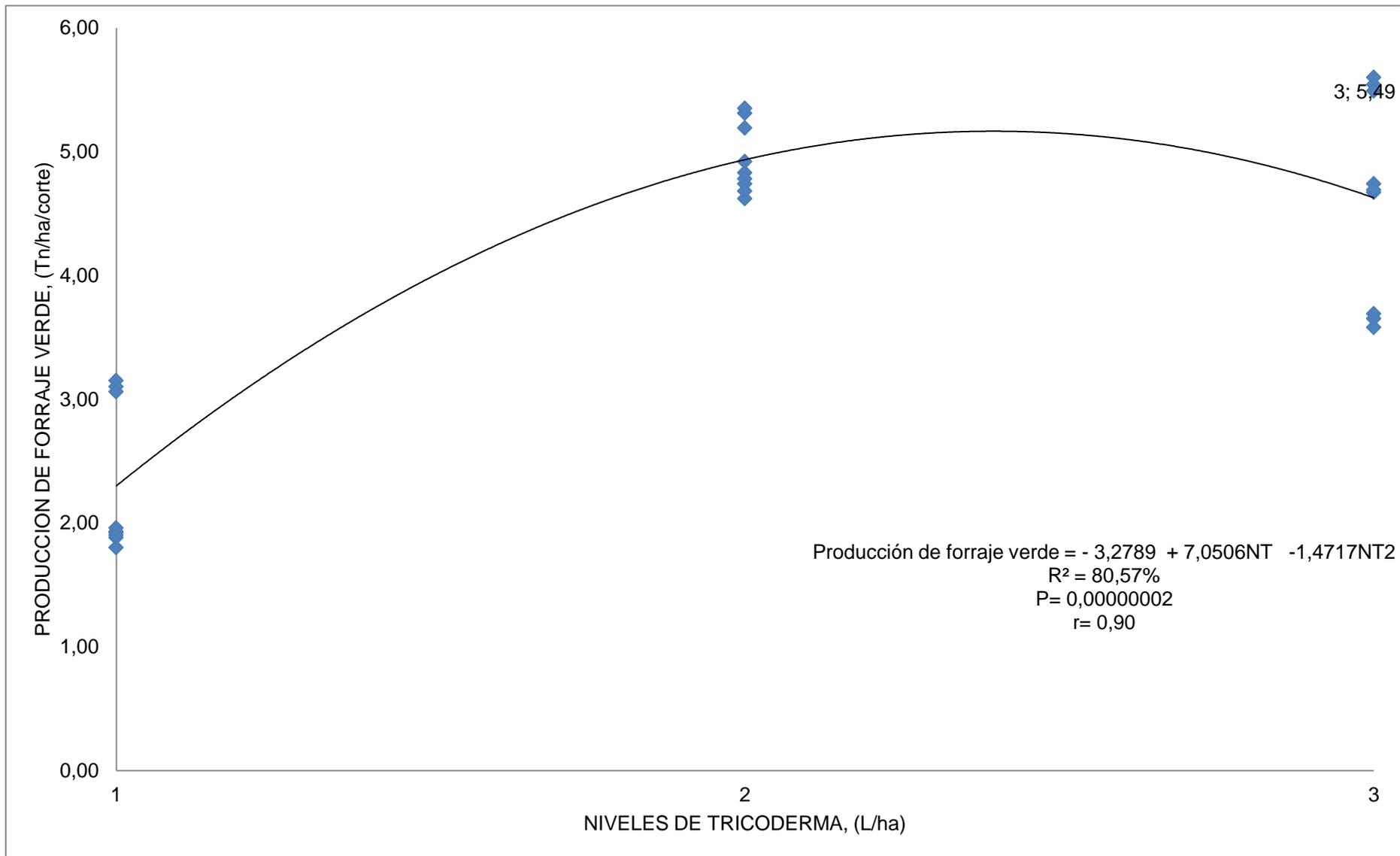


Gráfico 13. Regresión de la producción de forraje verde del pasto avena por efecto de diferentes niveles de Tricoderma.

respuestas medias se registró al aplicar 500 g/ha (B2), con una producción de 3,97 Tn/ha/FV, según se ilustra en el (gráfico 14).

Los resultados anteriormente expuestos, se puede atribuir a lo señalado por Hughes, H. et al. (1981), *Rhizobium meliloti* es un género heterótrofo, común en el suelo, su temperatura óptima de crecimiento en condiciones artificiales es de 25 ° C y su tolerancia al pH entra de 5 a 8, este bacilo ayuda a formar el nódulo hipertrofia de la raíz de las leguminosas, el mismo que se constituye un órgano especializado que ayuda a la fijación del N₂ (Sanaratne, R. et al. 1987), Razón por la que favorece a la producción de forraje verde.

Los resultados obtenidos en el *Arrhenatherum elatius*, son inferiores a los determinados en otras investigaciones, entre los que se citan a: Robalino, M. (2008), quien al aplicar diferentes tipos de combinación de biofertilizantes en el pasto avena, en la Estación Experimental Tunshi, de la ESPOCH, registró producciones de forraje verde de 4,99 y 5,64 Tn/ha/corte; López, B. (2007) y Gaibor, N. (2008), obtuvieron producciones de forraje verde de 5,45 y 6,91 Tn/ha/corte, respectivamente, al utilizar diferentes niveles de humus de lombriz, mientras que Chalan, M. (2009), consiguió producciones de 5,09 a 7,78 Tn de FV/ha/corte, debido probablemente a que el uso de abonos orgánicos sirve para mantener y aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y obtener mayores rendimientos productivos de los forrajes.

c. Por efecto de la interacción entre estiércol bovino más diferentes niveles de Tricoderma y diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*

La variable producción de materia en forraje verde del pasto *Arrhenatherum elatius*, registro diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$), por efecto de la interacción entre el nivel de tricoderma mas abono bovino y niveles de rhizobium; por lo que en la separación de medias, se establece la mayor producción al aplicar 3 L/ha de tricoderma más 750 g/ha, ya que las medias fueron de 5,54Tn/ha./corte; seguidos de los tratamientos A2B2, A2B3 A3B2 y A2B1, las medias fueron de 5,28; 4,84; 4,70 y 4,68 Tn/ha/corte respectivamente; respuestas medias se originaron en los tratamientos A3B1, A1B3, Y A1B2 con medias de

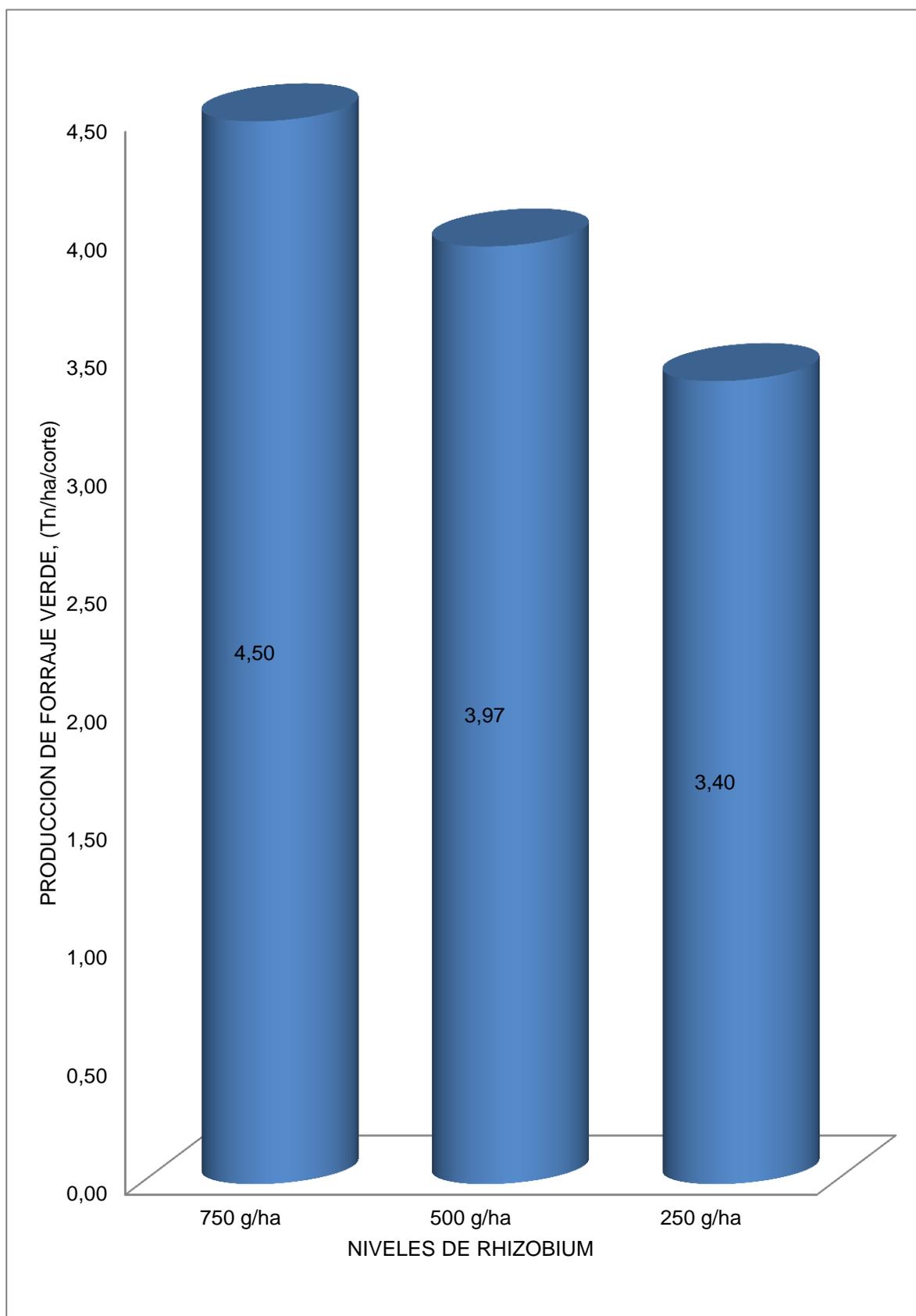


Gráfico 14. Comportamiento de la producción de forraje verde del pasto avena por efecto de diferentes niveles de Rhizobium.

3,64, 3,10 y 1,93 Tn/ha/corte respectivamente; mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en la parcela del tratamiento A1B1 ya que reporto una producción de forraje verde de 1,87 Tn/ha/corte, (gráfico 15).

De acuerdo a los reportes antes mencionados, se deduce que el nivel óptimo de trichoderma y rhizobium es de 3 L/ha y 750 g/ha respectivamente; ya que permiten el incremento de la producción en forraje verde del *Arrenatherum elatius*, ya que los biofertilizantes constituye una vía importante para atenuar la escasez de fertilizantes minerales, a la vez que contribuye a disminuir los costos de la producción agrícola, ya que la fijación biológica logra cubrir hasta el 50% del nitrógeno necesario para las plantas, por lo tanto aumentan la fertilidad del suelo y producen un mejor cobertura con un mayor desarrollo foliar reflejándose un una mayor producción de materia verde.

5. Producción de materia seca (Tn/ha/corte)

a. Por efecto del estiércol bovino más diferentes niveles de Trichoderma

Los resultados en la producción de materia seca, por efecto del estiércol bovino más diferentes niveles de trichoderma aplicados a la parcela experimental (factor A) evidenciaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre los tratamientos, observándose una mayor producción con la utilización del tratamiento A2 que establece valores de 2,25 Tn/ha/corte, seguidas de las parcelas fertilizadas con el tratamiento A3 con 2,14 Tn/ha/corte, en tanto que los valores más bajos de materia seca, fueron evidenciados por las parcelas del tratamiento A1 con 0,97 Tn/ha/corte, (gráfico 16).

Este comportamiento puede deberse a lo citando por Salgado, G. (1999), quien señala el incremento del crecimiento vegetativo puede haber estado influenciado también, por el aumento de las poblaciones de Trichoderma sp. este hongo, además de fijar nitrógeno atmosférico, es capaz de sintetizar sustancias fisiológicamente activas que mediante su acción estimulan y aceleran el crecimiento de las especies vegetales, siempre que sea adecuada la concentración de Trichoderma sp. en la zona de la rizosfera de la planta del

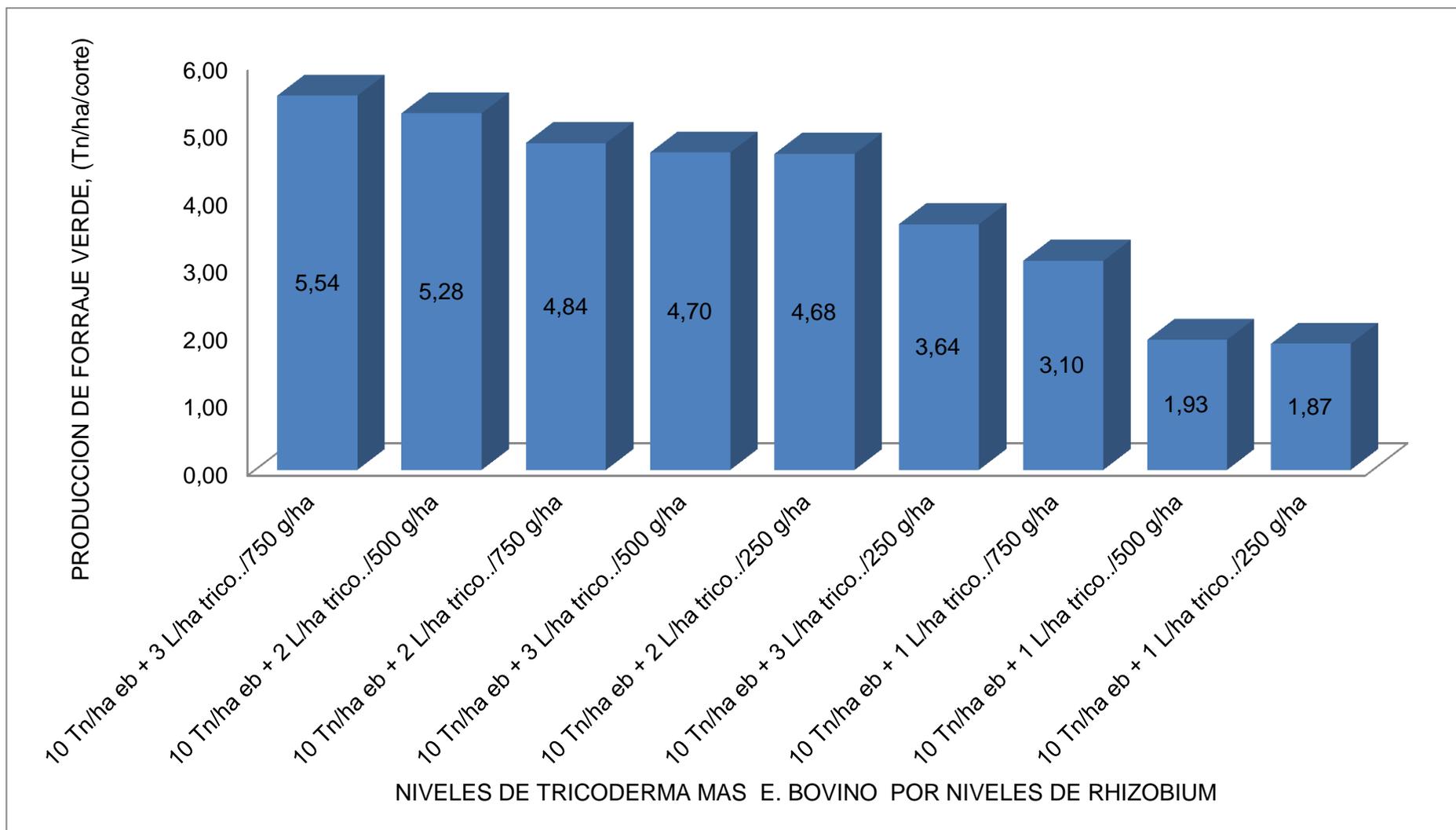


Gráfico 15. Comportamiento de la producción de forraje verde del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de Tricoderma más abono bovino por niveles de Rhizobium.

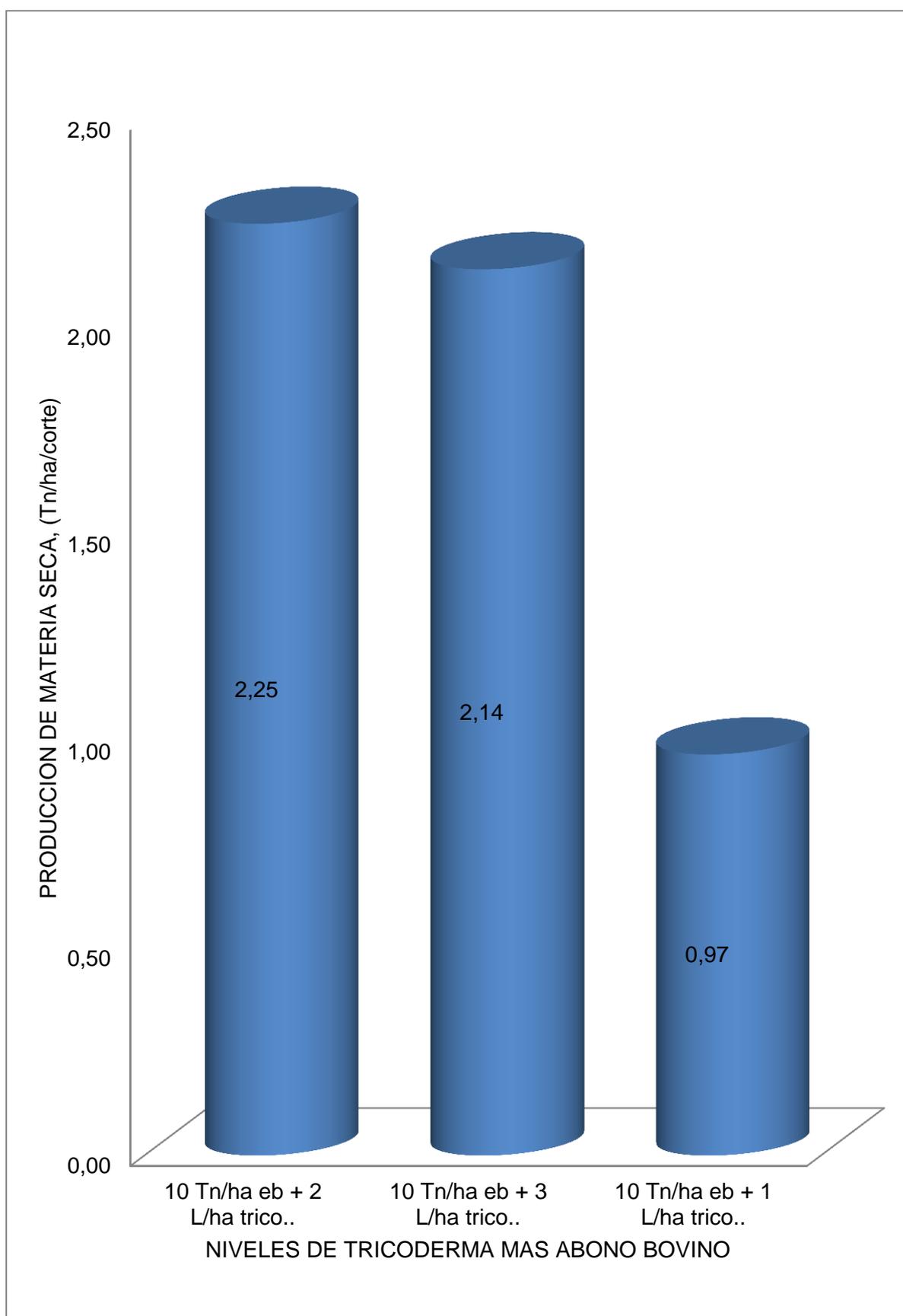


Gráfico 16. Comportamiento de la producción de materia seca del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de Tricoderma más abono.

crecimiento de la raíz principal, la altura de la planta, el área foliar e incrementos en la masa seca.

Con lo que se afirma que la aplicación 2 L/ha de trichoderma más abono bovino se incrementa la producción de materia seca del pasto avena, además presenta una correlación alta de 0,91, lo que quiere decir que la producción de materia seca tiene una asociación positiva alta con los niveles crecientes de biofertilización utilizados. Según lo reportado en el gráfico 17, mediante análisis de regresión para la estimación de la producción de materia seca se determinó un modelo que alcanzó un coeficiente de determinación de 82,88%, el modelo de regresión obtenido fue cuadrática donde se infiere que la producción de materia seca inicialmente se eleva en 1,72 Tn/ha con la aplicación de bajos niveles de trichoderma y que se eleva en 3,37 Tn/ha al incluir mayores niveles de abono, y finalmente decrecer en 0,69 al utilizar la mayor dosis de trichoderma

Al respecto, Riveros, G. (2008), indica que el valor de un cultivo forrajero se determina por el rendimiento de materia seca y el valor nutritivo del mismo, el rendimiento total de materia seca aumenta, pero el valor nutritivo del forraje se reduce, mientras que el cultivo crece y madura. La calidad de forraje es alta en una planta joven en su etapa vegetativa de crecimiento. Sin embargo, durante esa etapa típicamente hay poco rendimiento de materia seca total por hectárea.

Mientras la planta entra a su etapa reproductiva y comienza a florecer, el rendimiento total de materia seca por hectárea se incrementa. Sin embargo, la digestibilidad del forraje se reduce, así la cantidad de materia seca digestible producido por hectárea se obtiene antes de llegar al rendimiento máximo de materia seca total.

Los datos reportados son superiores a los registrados por varios autores por lo tanto Chalan, M. (2009), al aplicar 4 Tn/ha, de bokashi registra 1,84 Tn/ha/corte; así como Gaibor, N. (2008) con 1,86 t/ha./corte, lo que puede deberse a que la *Trichoderma sp.* tiene la capacidad de producir hormonas del crecimiento como las citoquininas en concentraciones importantes, lo que favorece a la producción de biomasa.

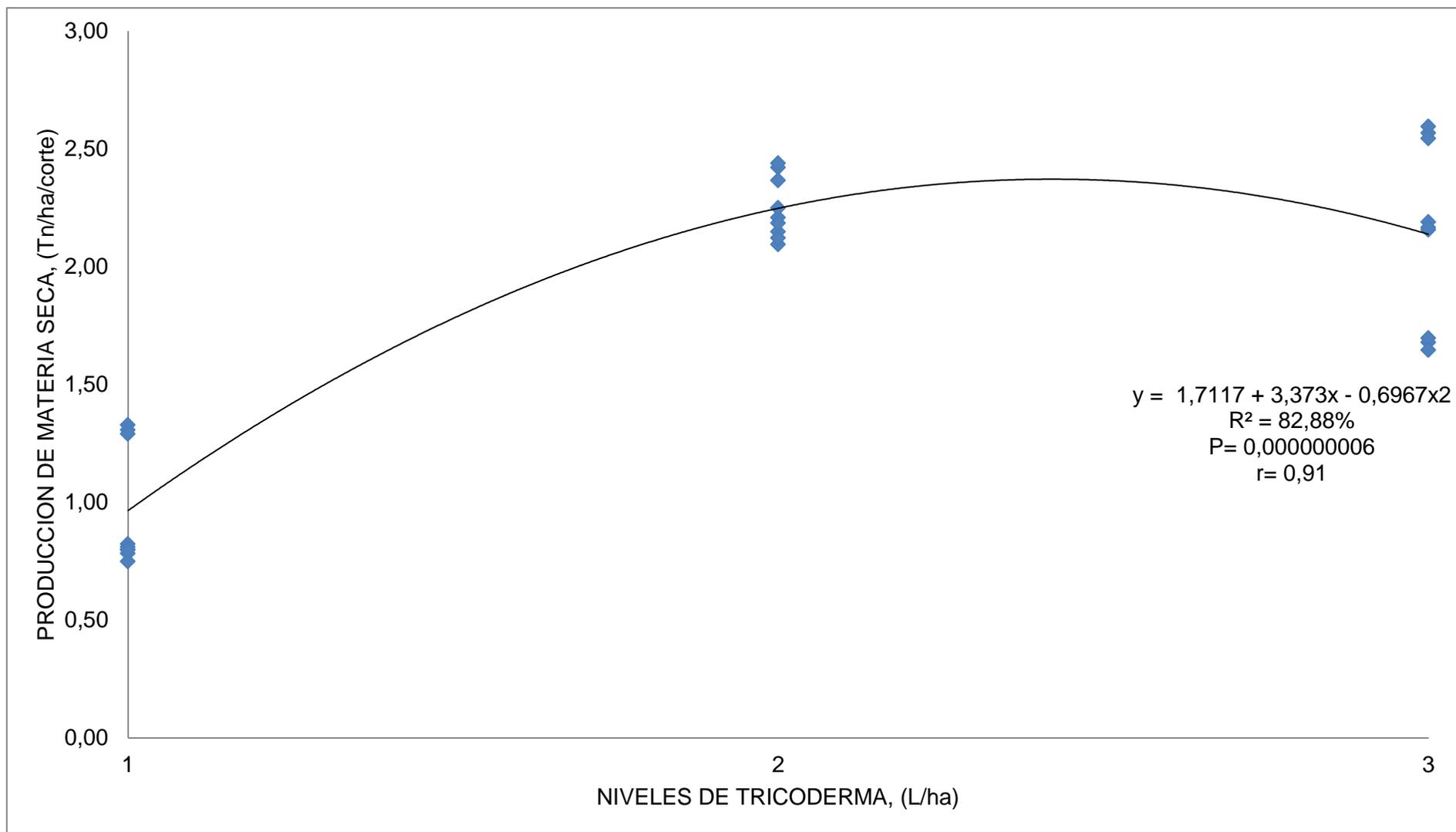


Gráfico 17. Regresión de la producción de materia seca del pasto avena por efecto de diferentes niveles de Tricoderma.

b. Por efecto de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*

La evaluación del análisis de varianza de la variable producción de materia seca del pasto *Arrhenatherum elatius*, registró diferencias altamente significativas ($<0,0001$), entre los tratamientos, por efecto de los distintos niveles de rhizobium, registrando la mejor respuesta, el tratamiento B3 (750g /ha), con una producción de 2.03 Tn/ha/corte difiriendo estadísticamente del resto de tratamientos, respuestas medias se evidenciaron en el tratamiento B2 que reporto 1,80 Tn/ha/MS/corte, por último se registró la menor respuesta obtenida en el tratamiento B1 (250 g/ha), con 1,52 Tn/ha/corte de materia seca, (gráfico 18).

Los resultados de la presente investigación, son superiores a los reportados por López, B. (2007), que obtiene una producción de 1,37 Tn de materia seca por hectárea y por corte, al utilizar humus en pasto avena aplicado en forma basal, este comportamiento puede deberse a que este hongo aumenta la tasa de crecimiento de las plantas y el desarrollo, incluyendo, en particular, su capacidad de causar la producción de raíces más sólidas se ha conocido.

Sin embargo Usca, D. (2008) registra una producción superior a nuestra investigación con un promedio de 2,31 Tn de materia seca por hectárea y por corte, al utilizar humus líquido como fertilizante foliar en la producción del pasto avena, debido a que los ácidos húmicos y fúlvicos permiten una entrega inmediata de nutrientes.

c. Por efecto de la interacción entre estiércol bovino más diferentes niveles de Tricoderma y diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*

En cuanto a la variable producción de materia seca de la interacción, se puede considerar que el pasto avena (*Arrhenatherum elatius*), presenta diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), por lo que la separación de medias determina los valores más altos al aplicar la interacción 10 Tn/ha estiércol bobino + 3 L/ha tricoderma x 750 g/ha de rhizobium , ya que las medias fueron de 2,57 Tn/ha/corte/MS; y que difirieron estadísticamente del resto de tratamientos, al aplicar 10 Tn/ha eb + 2 L/ha tricoderma. x 500 g/ha de rhizobium y 10 Tn/ha

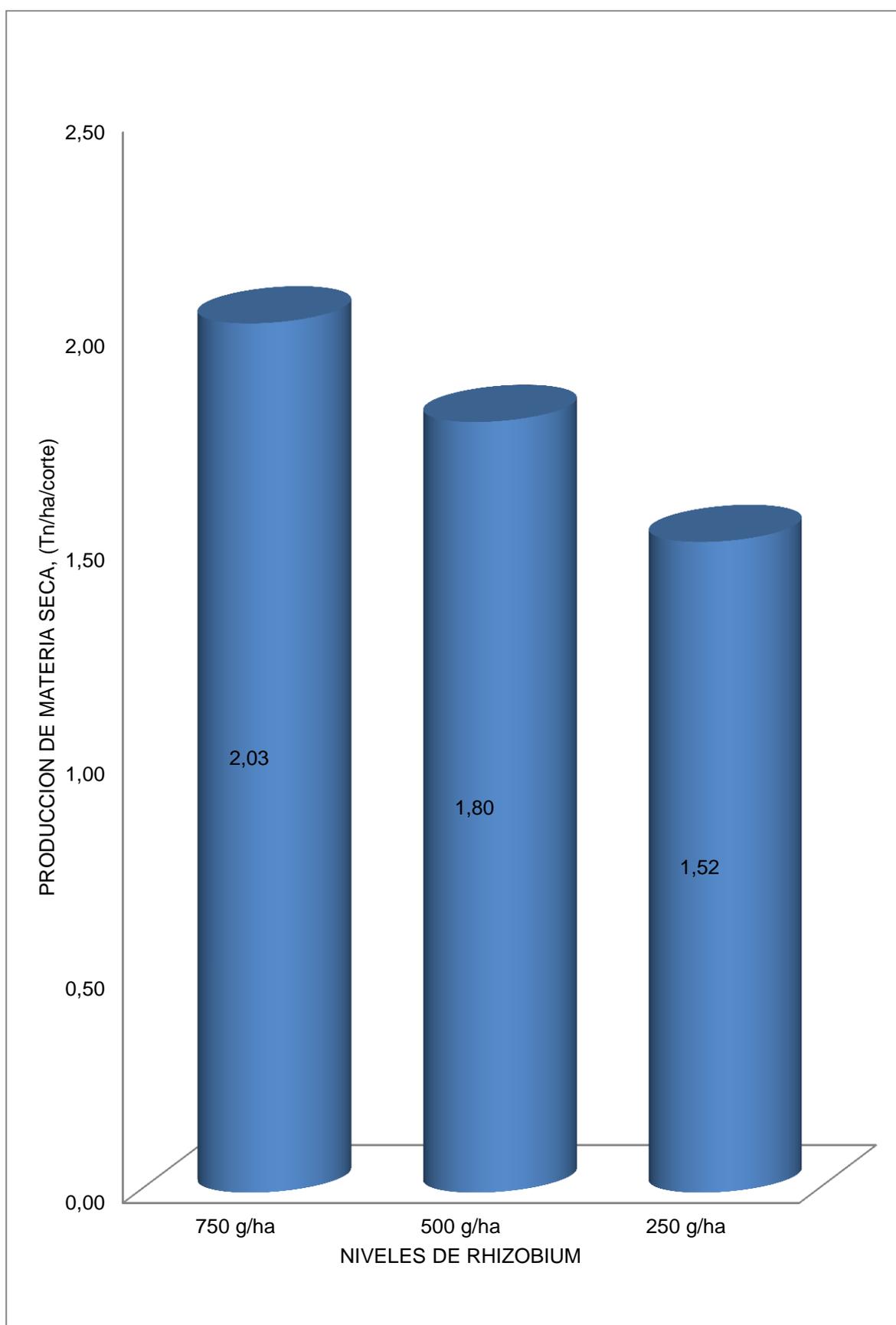


Gráfico 18. Comportamiento de la producción de materia seca del pasto avena por efecto de diferentes niveles de Rhizobium.

estiércol bobino + 2 L/ha trichoderma x 750 g/ha de rhizobium registraron 2,41 y 2,21 Tn/ha/corte, respuestas medias se evidenciaron en los tratamientos 10 Tn/ha eb + 3 L/ha trichoderma. x 500 g/ha de rhizobium, 10 Tn/ha eb + 2 L/ha trichoderma. x 250 g/ha de rhizobium y 10 Tn/ha eb + 3 L/ha trichoderma. x 250 g/ha de rhizobium con valores de 2,17, 2,12 y 1,68 Tn/ha/corte respectivamente y en su orden, mientras tanto que los reportes más bajos fueron registrados en los tratamientos A1B3, A1B2 Y A1B1, cuyas medias fueron de 1,31, 0,81 y 0,78 Tn/ha/corte; es decir que la respuesta menos eficiente se originó con los niveles más bajos de la investigación, (gráfico 19).

Chavarrea, S. (2004), al emplear fitohormonas en el pasto avena *Arrhenatherum elatius* reporta una producción de 3,02 Tn/MS/ha/corte, este dato es superior a los de esta investigación, al igual que Cayambe, M. (2014), en su investigación reporto los valores más altos al aplicar la interacción 6 Tn/ha de bokashi más la adición de 300 cc/Ha, de giberelinas, ya que las medias fueron de 26,34Tn/ha/año, estas diferencias se pueden deber a la presencia de lluvia fue escasa, al tipo de abonos orgánicos ocupados, radiación solar, temperatura, viento, biología del suelo, variedad, así como las técnicas culturales aplicadas.

Gaibor, N. (2008), utilizando 15 Tn/ha/humus en el pasto avena *Arrhenatherum elatius* obtiene una producción de 1,86 Tn/MS/ha, este resultado es inferior a los valores del presente ensayo, lo que puede deberse a que la *Trichoderma* sp. protege las raíces de enfermedades y permite el crecimiento de raíces más fuertes y por lo tanto, sistemas radicales más sanos, aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico.

B. ANALISIS BROMATOLOGICO

El análisis bromatológico de las parcelas de pasto avena se detallan en el (cuadro 9).

- El contenido de materia seca, luego de la aplicación de diferentes niveles de trichoderma mas estiércol bovino y más rhizobium ubica dentro de un rango que

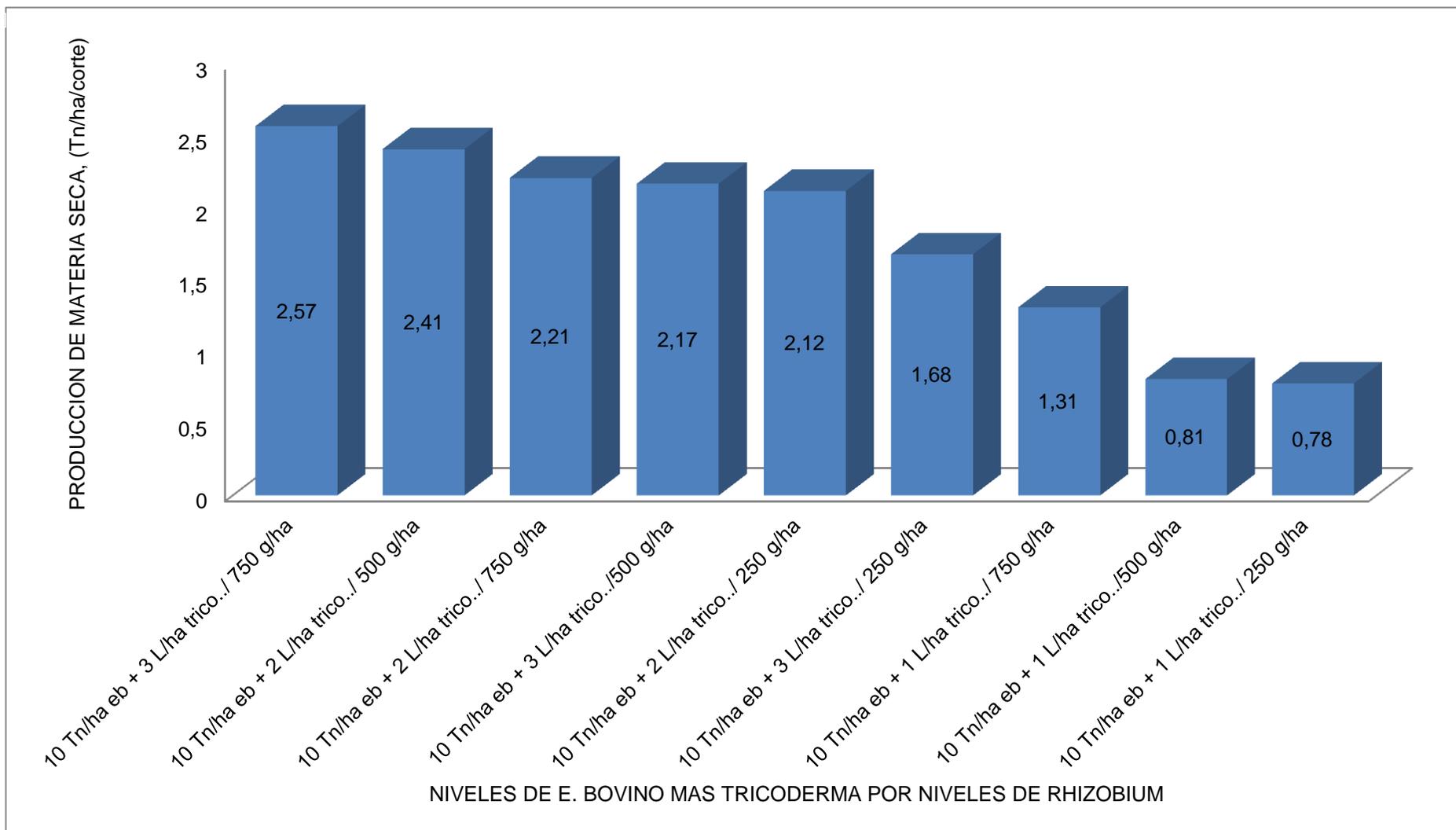


Gráfico 19. Comportamiento de la producción de materia seca del pasto avena, por efecto de diferentes niveles de Tricoderma más abono bovino por niveles Rhizobium.

Cuadro 9. ANALISIS BROMATOLOGICO DEL *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

TRATAMIENTOS	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	PROTEINA %	GRASA %	CENIZA %	FIBRA %	E.L.N. %
A1B1	58,39	41,61	7,7	3,28	10,69	24,24	54,09
A1B2	58,07	41,93	8,23	3,43	10,85	24,38	53,11
A1B3	57,85	42,15	8,67	3,61	11,03	24,26	52,13
A2B1	54,68	45,32	12,04	4,11	11,72	20,62	51,51
A2B2	54,42	45,58	12,58	4,26	11,93	20,74	50,50
A2B3	54,29	45,71	12,89	4,45	12,18	20,93	49,55
A3B1	54,03	45,97	13,74	4,83	13,44	26,97	41,02
A3B2	53,82	46,18	14,37	4,98	13,91	27,24	39,50
A3B3	53,67	46,33	14,82	5,14	14,33	27,65	38,05

va de 41,61 a 46,33%, correspondiente al tratamiento A1B1 (10 Tn/ha eb + 1 L/ha tricolor. x 250 g/ha de rhizobium), y el mayor contenido registrado en el tratamiento A3B3 (10 Tn/ha eb + 3 L/ha tricolor. x 750 g/ha de rhizobium).

- Al evaluar el contenido de proteína, cuadro 9, se demuestra que el mayor porcentaje se obtuvo con la aplicación de 10 Tn/ha eb + 3 L/ha tricolor. X 750 g/ha de rhizobium (A3B3), con 14,82% de proteína, en tanto que las menores respuestas se evidenciaron en el tratamiento A1B1 (10 Tn/ha eb + 1 L/ha tricolor. x 250 g/ha de rhizobium), con 7,70%, respecto a esto, Gaibor, N. (2008), manifiesta que, con la finalidad de tener un pasto con rendimiento rentable, buena palatabilidad y con buen balance de minerales, energía y proteínas, es recomendado tener una mezcla balanceada entre gramíneas y leguminosas.

Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por Gaibor, N. (2008) y Usca, D. (2009), que obtiene valores de 11,87% y 10,34% de proteína cruda respectivamente, al utilizar abonos orgánicos en pasto avena. Esta diversificación en la cantidad de proteína con el dato citado se debe posiblemente a la sustracción de este elemento por parte del cultivo así como también por diversos factores como el tipo de minerales arcillosos presentes, la topografía, drenaje, profundidad, aireación del suelo, etc.

- En la evaluación del porcentaje de fibra, se puede determinar que el mayor contenido de fibra se encontró con el tratamiento A3B3, reportando el 27,65% de fibra, mientras que el menor contenido de fibra se reflejó en las parcelas aplicadas el tratamiento A2B1 con 20,62%. Al respecto Palacios, R. (1994), señala que la fibra es un material generalmente no digerible, pero representa un papel vital en el metabolismo de los rumiantes, la fibra es muy importante en el proceso del metabolismo de estos animales mejorando digestibilidad y absorción de nutrientes.

Los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Aguilar, M. (2010), Gaibor, N. (2008) con valores de 33,96 % y 38.68% de fibra cruda, al utilizar abonos orgánicos en pasto avena.

Al comparar los datos obtenidos con los descritos por Usca, D. (2008), los alcanzados en el presente trabajo son inferiores, ya que el investigador señaló que esta especie tiene un contenido de fibra cruda de 30.40%, en pasto avena. La fibra se compone de un entretamo de hemicelulosa celulosa y lignina que se encuentra en las plantas las cuales le proporcionan rigidez, soporte y protección se utiliza para la predicción de la calidad de los forrajes la ingesta de la materia seca digerible y el valor energético de los alimentos la fibra puede definirse como el conjunto de componentes de los vegetales que tiene baja digestibilidad y promueve la rumia y el contenido.

- Luego de la aplicación de los diferentes niveles de biofertilizantes sobre las parcelas de pasto avena, se evidencio que el mayor porcentaje de grasa se logró con el tratamiento A3B3 ya que registro el 5,14, en tanto que las respuestas menos eficiente se observaron en el tratamiento A1B1 con3,28%. Rodríguez, J. (2013), manifiesta que el contenido de grasas en las dietas de los semovientes, hace más apetitosos los alimentos, reduce la finesa y actúa como lubricante durante el proceso de la rumia. Al comparar los resultados con Estrada, L. (2014), son superiores ya que este autor al adicionar bentonita a la pradera de pasto avena reporto valores de 2,24 % de grasa.

C. ANALISIS DE SUELO INICIAL Y FINAL

En el cuadro 10 se resumen los resultados del análisis de suelo que reporta el Laboratorio de Agrocalidad, antes y después de la incorporación de los diferentes niveles de Trichoderma mas abono bovino y Rhizobium en las praderas de pasto avena.

Cuadro 10. ANÁLISIS DE SUELO ANTES Y DESPUES DE LA APLICACIÓN DE LOS BIOFERTILIZANTES.

PARÁMETRO	UNIDAD	INICIAL	INTERPRETACION	FINAL	INTERPRETACION
pH		7,38	Neutro	7,31	Neutro
M. Orgánica	%	2,16	Alto	2,52	Alto
NH4	%	0,11	Bajo	0,13	Bajo
Fosforo	ppm	72,1	Alto	80,4	Alto
Potasio	cmol/kg	1,12	Alto	1,4	Alto

Fuente: Laboratorio de Agrocalidad. (2016).

- En el análisis químico del suelo, respecto al Nitrógeno, se observa que los suelos presentaron un contenido de nitrógeno de 0,11% en el análisis inicial, y que se elevó a 0,13% después de la incorporación de los biofertilizantes al suelo, observándose una condición de escala baja para ambos casos (inicial - final), rescatando que el nitrógeno es un elemento que da vigor a las plantas y abundancia de hojas. El empleo del biofertilizante propició un aumento importante en el contenido de fosforo en el suelo ya que de una cantidad inicial de 72,10 ppm ascendió a 80,40 ppm, atribuyendo una condición de escala alta para ambos parámetros de investigación (inicial – final).
- En el caso del potasio se elevó de 1,12 a 1,40 cmol/kg, recalando que antes de la aplicación del abono el suelo presento una condición alta de potasio, la misma que se mantuvo luego de la incorporación del abono al suelo, recordando que el potasio interviene en la formación de hidratos de carbono, aumenta el peso de granos y frutos, haciéndolos más ricos en azúcar y zumos.

- Un importante incremento se observó en el contenido de materia orgánica, el mismo que luego de la aplicación del abono, de 2,16% se incrementó a 2,52% lo que denota una condición alta dentro de la escala de interpretación.

D. ANÁLISIS ECONÓMICO

Mediante el análisis económico de la producción anual de forraje verde de la interacción entre diferentes niveles de trichoderma más una base estándar de estiércol bovino por diferentes niveles de rhizobium, que se detalla en el cuadro 11, logró su mayor rentabilidad en el tratamiento A2B2 (2L/ha de trichoderma más abono bovino y 500 g/ha de rhizobium), ya que presentó un beneficio/costo de 2,70 que representa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 1,70 USD; seguido por el tratamiento A3B3 con un Beneficio/Costo de 2,56 es decir una rentabilidad de 1,56 USD, en tanto que el menor beneficio se obtuvo en el tratamiento A1B1 (1L/ha de trichoderma más abono bovino y 250 g/ha de rhizobium), ya que reportó un beneficio costo de 1,07.

Cuadro 11. ANÁLISIS ECONÓMICO.

Parámetros	NIVELES DE TRICODERMA MAS ABONO BOVINO X NIVLES DE RIZHOBIMUM								
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
Mano de obra, \$	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Tricoderma	66,7	66,7	66,7	133,33	133,33	133,33	200	200	200
Abono bovino	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Rhizobium	25	25	25	50	50	50	75	75	75
Uso del terreno	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Total Egresos	791,67	791,67	791,67	883,33	883,33	883,33	975,00	975,00	975,00
Pdn. Forraje verde (Tn/ha/corte)	1,87	1,93	3,1	4,68	5,28	4,84	3,64	4,7	5,54
Pdn. Forraje verde (Tn/Ha/año)	10,96	11,31	18,17	27,42	30,94	28,36	21,33	27,54	32,46
Ingreso por venta de forraje/año	843,78	870,85	1398,78	2111,71	2382,44	2183,90	1642,44	2120,73	2499,76
Beneficio/costo	1,07	1,10	1,77	2,39	2,70	2,47	1,68	2,18	2,56

V. CONCLUSIONES

- Las respuestas con mejor comportamiento del porcentaje de cobertura basal (33,00%), cobertura aérea (60,00%) y altura (38,33 cm) del pasto avena, se registró al aplicar 3L/ha de trichoderma mas abono bovino y 700 g/ha de rhizobium (A3B3).
- Los mejores rendimientos de forraje verde y materia seca se obtuvieron con la utilización del tratamiento A3B3 (3L/ha de trichoderma mas abono bovino y 700 g/ha de rhizobium), registrando una producción de forraje verde 5,54 Tn/ha/corte y un rendimiento de materia seca de de 470 Tn/ha/corte.
- Las respuestas más eficientes en el análisis bromatológico, en referencia al contenido de proteína (14,82%), materia seca (46,33%), grasa (5,14%), y cenizas (14,33%) se registró en el tratamiento A3B3 (3L/ha de trichoderma mas abono bovino y 700 g/ha de rhizobium), en tanto que el mejor resultado de contenido de fibra se reportó en el tratamiento A2B1 (2L/ha de trichoderma mas abono bovino y 250 g/ha de rhizobium) con un porcentaje de 20,62%.
- El análisis económico registró que la rentabilidad más alta se consiguió en el tratamiento A2B2 (2L/ha de trichoderma más abono bovino y 500 g/ha de rhizobium), por cuanto presento un beneficio/costo de 2,70.

VI. RECOMENDACIONES

- En base al análisis productivo y económico se recomienda la aplicación de 2L/ha de trichoderma más abono bovino y 500 g/ha de rhizobium (A2B2) y 3L/ha de trichoderma más abono bovino y 750 g/ha de rhizobium (A3B3), ya que garantizará obtener mayor rentabilidades productivas y económicas que beneficien a los productores y ganaderos.
- Investigar la utilización de Rhizobium y trichoderma en otras especies forrajeras, tanto gramíneas como leguminosas de clima templado frío.
- Socializar los resultados de la presente investigación a los ganaderos para conservar el ambiente y mantener la fertilidad de los suelos.
- Probar este pasto en la alimentación animal, basado en el análisis bromatológico del mismo.

VII. LITERATURA CITADA

1. AGROCALIDAD. 2016. Laboratorio de Suelos, Foliare y Aguas.
2. AGUILAR, M. 2010. Evaluación del grado de asociación del *Arrhenatherum elatius* con el *Plantago lanceolata* establecido con tres densidades de siembra. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp 40-50.
3. BAYAS, A. 2003. El bocashi, te de estiércol, biosol como biofertilizantes en la producción de alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias – Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. pp. 28 – 54.
4. BECERRA, R. 2009. Evaluación de diferentes niveles de humus de lombriz en la producción de forraje *Arrhenatherum elatius*. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp 37,42,51.
5. BENÍTEZ, A. 2008. Pastos y forrajes. 1 a ed. Quito, Ecuador. Edit. Universidad Central del Ecuador. pp 18-34.
6. BIOGEA. 2015. Obtenido de <http://www.biogea.mx/index.php/features/queson-los-biofertilizantes>.
7. BONIFAZ, H. 2011. Beneficios que ofrece el humus de lombriz a los cultivos. 2da ED. Cali, Colombia. Edit. Gamusa. pp. 34 y 35.
8. BROWN, D. 1984. Methods of Surveryng and measurement vegetation. Bruks - England. sn.st.se .p. 122.
9. CAICEDO, J. 2008. Mezclas forrajeras. Disponible en <http://www.prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/clase%204-%20Mezclas%20forrajeras.pdf>.
10. CARAMBULA, M. 1997. Producción de semillas de plantas forrajeras, hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. sn. se p. 518.

11. CAYAMBE, M. (2013). Evaluación de diferentes niveles de bokashi más la adición de giberlinas en la producción de pasto avena *Arrhenatherum elatius* Tesis de Grado. EIZ.FCP-ESPOCH-Riobamba, Ecuador. pp 46.
12. CHALAN, M. 2009. Evaluación de diferentes niveles de bokashi en la producción de forraje y semilla del *Arrhenatherum pratense* (pasto avena). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 18-60.
13. CHAVARREA, S. 2004. Evaluación de tres fitohormonas con diferentes dosis a diferentes edades post corte en la producción de forraje del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 25-42.
14. COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN "CORPOICA". (2005). Características pastos. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAAahUKEwiU6PavqQTIsWWicfU_yG5IQ.
15. CRUZ, M. 2008. Abonos orgánicos. Informe Técnico. Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Chapingo, Estado de México. p 129.
16. ESTRADA, L. 2014. Determinación del efecto de diferentes dosis de bentonita como enmienda del suelo en el valor forrajero del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena) en la comunidad Llangahua de la provincia de Tungurahua. Tesis de Grado. EIZ.FCP-ESPOCH-Riobamba, Ecuador. pp 45.
17. FAO. 1995. "<http://www.monografias.com/trabajos13/mapro/mapro.shtml>" Manual técnico de la fijación del nitrógeno.
18. FIALLOS, L. 2000. Caracterización Agrobotánica de Germoplasma de Especies Forrajeras Altoandinas. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. pp 48-57.
19. GAIBOR, N. 2008. Utilización de diferentes niveles de abono orgánico

- (humus) en la producción de forraje y semilla de pasto avena (*Arrhenatherum elatius*). TESIS DE GRADO pp 36,48, 50.
20. GUAIGUA, W. 2007. Evaluación del efecto de la aplicación del abono líquido foliar orgánico de estiércol de bovino, enriquecido con microelementos en la producción de forraje y semilla del pasto avena (*Arrhenatherum elatius*). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 35-49.
21. GUEVARA, C. 2010. Efecto de tres tipos de abonos orgánicos aplicados foliarmente en la producción de forraje del *Lolium perenne*. Tesis de Grado. EIZ.FCP-ESPOCH-Riobamba, Ecuador. pp 24-57.
22. HANSON S. Y CHURCHILL T. 1965. The plant community .New York,USA. sn. sd. st. pp 17,19.
23. HARO, E. 2011. "Evaluación de Diferentes Niveles de Fertilizantes Foliar Completo (Abonagro-Polvo) en la Producción de Forraje y Semilla del *Arrhenatherum elatius* en la Estación Experimental Tunshi." Pág. 20.
24. HERNANDEZ, R. 2012. Manejo de pasturas. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec>.
25. HUGHES, H. et al. 1981. Forrajes la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. CIA Editorial Continental. México.
26. HUSS, D. y AGUIRRE, E. 1981. Fundamentos de manejo de pastizales Int. Teen. Monterrey. sn.se. pp 78,79.
27. JIMÉNEZ, M. 2010. Evaluación del efecto de tres abonos líquidos foliares orgánicos enriquecidos con microelementos en la producción primaria forrajera de diferentes especies de pastos promisorios e introducidos. Tesis de grado. FIZ. FCP. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 30-91.
28. LEON, D. 2014. Principales beneficios de los Trichoderma. Disponible en <http://www.aguascalientes.gob.mx>.
29. LOAIZA, J. 2005. Compostaje y humus de lombriz. 2da ed. Bogotá, Colombia.

Edit. Lexus. Pp. 68 y 69.

30. LÓPEZ, B. 2007. Utilización de diferentes niveles de humus en la producción de Forraje y Semilla *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena). pp.55,57, 58.
31. MUSLERA, E. Y RATERA, C. 1991. Pastos y Forrajes. Malaga - España. Editorial Edmundo. pp. 72 – 98.
32. NEGRETE, M. Y AREVALO, P. 2014. Restauración ecológica del suelo mediante la aplicación de diferentes niveles de carbón vegetal y su efecto en la producción forrajera de alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis de Grado. EIZ.FCP-ESPOCH-Riobamba, Ecuador. pp 34.
33. ORDOÑEZ, S. 2010. Las pasturas. Disponible en <http://ww.fagro/PASTURA.pdf>.
34. PALACIOS, R. 1994. Producción al primer y segundo corte del pasto avena con diferentes niveles de abono orgánico y tres intervalos de riego. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 32-54.
35. PAREDES, D. 2010. Evaluación del comportamiento productivo forrajero del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), mediante la aplicación de micorriza (*Glomeramycota*), más abono orgánico bovino Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba- Ecuador. pp. 28-50.
36. PARRA, R. 1993. Producción de semilla del pasto avena (*Arrhenatherum elatius*), con diferentes niveles de abono foliar (16-32-16 y 10-40-10) aplicado en forma basal y en tres etapas de crecimiento. Tesis de Grado. pp 48.
37. PASTO, P. 2008. Evaluación del grado de adaptación de dos especies forrajeras, *Poa palustris* y *Arrhenatherum elatius* en comparación con *Lolium perenne* en la comunidad de Larkaloma. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 22-47.

38. QIAN, P. AND SCHOENAU, J. 2002. Availability of nitrogen in solid manure amendments with different C:N ratio. *Can. J. Soil Sci.* 82: 219–225.
39. QUINZO, J. 2014. Manual agrícola. 1a ed. Quito, Ecuador.
40. RIVEROS, G Y VILLAMAR, F. 1988. Pastos y forrajes. Bogotá Colombia. Edit. ICA. pp. 222-239. Archivo de Internet. Pdf.
41. ROBALINO, M. 2008. Estudio del efecto de diferentes niveles de abono orgánico (humus), en la producción de forraje y semilla de pasto avena (*Arrhenatherum elatius*), aplicado en forma basal. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 32-56.
42. RODRIGUEZ, J. 2013, Características de la producción de biomasa y composición nutricional de especies forrajeras en zonas de altura, Universidad Costa Rica, Escuela de Zootecnia.
43. ROSAS, F. 2013. Biofertilizantes y abonos orgánicos. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm#.
44. SALGADO, G. 1999. Agricultura Orgánica y Biofertilización. Curso para Maestros. 1a ed. Granma, Cuba. Edit. Universidad de Granma. pp 43-44.
45. SAMANIEGO, E. 1992. Producción de semilla de Pasto avena (*Arrhenatherum pratense*). Con dos sistemas de fertilización. Tesis de grado. FIZ. FCP. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 34-61.
46. SANARATNE R., AMORNPIPOL C. & G. Hardarson. 1987. Effect of combined nitrogen fixation of soybean (*Glycine ma L. Marill*) as affected by cultivar and Rhizobial strains. *Plant and Soil.* 103:45-50.
47. SHIMWELL, R. 1972. Enhancement of nitrogen fixation in lentil, faba bean and soybean by dual inoculation with *Rhizobium* and mycorrhizae. *Plant and Soil.* 108: 117-124.
48. SIEBALD, E. 2013. Forrajeras nativas y naturalizadas: Un gran valor.

Disponible en la página web.
<http://www.floravascular.com/index.php?spp=Arrhenatherum%20elatus>.

49. SMITH, G. 2008. The Rhizobium. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=11&cad=rja&uact=8&ved=0CFUQFjAKahUKEwjyhufUraTIAhWFOz4KHe7AA7A&url=http%3A%2F%2Fwww.sic.gov.co%2Fdrupal%2Frecursos_usuario%2Fbiofertilizantes.pdf&usg=AFQjCNGLneu_81W4eGQDHdvv_qB347EmHQ&bvm=bv.104317490,d.dmo.
50. TOTHILL, M. 2008. Botanal. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. sn.sd.sl. st. pp 56,59 63,121.
51. TRINIDAD, S. 1987. Papel de los abonos orgánicos en la productividad de los suelos. Disponible en <https://books.google.com.ec/books?id=vJ8qAAAAYAAJ&pg=PA3&lpg=PA3&dq=Trinidad,+abonos&source=bl&ots=z66noPrval&sig=6GEcFrlzxW2ftrKiEm2G-XZ599I&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiDn5eyk-DPAhXB9h4KHQCBA4Q6AEINzAJ#v=onepage&q=Trinidad%2C%20abonos&f=false>.
52. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA INDÍGENA DE MÉXICO. (2010). Ra Ximhai: Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable. Obtenido de <http://www.biofabrica.com.mx/blog/?tag=biofertilizantes>.
53. USCA, D. 2008. Evaluación de diferentes niveles de humus como fertilizante foliar en la producción de forraje y semilla del *Arrhenatherum elatius* Pasto avena". Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 26-81.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico de la cobertura basal del pasto avena, bajo el efecto de la aplicación de diferentes niveles de trichoderma y rhizobium mas abono bovino.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Estiercol bovino + trichoderma	Niveles de rhizobium	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trichoderma	250	27,00	24,00	26,00	77,00	25,67
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trichoderma	500	30,00	31,00	29,00	90,00	30,00
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trichoderma	700	31,00	30,00	30,00	91,00	30,33
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trichoderma	250	31,00	32,00	32,00	95,00	31,67
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trichoderma	500	33,00	32,00	33,00	98,00	32,67
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trichoderma	700	32,00	35,00	31,00	98,00	32,67
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trichoderma	250	31,00	32,00	31,00	94,00	31,33
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trichoderma	500	31,00	32,00	31,00	94,00	31,33
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trichoderma	750	31,00	35,00	33,00	99,00	33,00

2. ANALISIS DE LA VARIANZA

FV	SC	G.L.	CM	F	Prob
Total	146,96	26			
Factor A	72,07	2	36,04	24,56	<0,0001
Factor B	28,74	2	14,37	9,79	0,0017
Bloque	3,19	2	1,59	1,09	0,3615
Factor A*Factor B	19,48	4	4,87	3,32	0,0368
Error	23,48	16	1,47		

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (FACTOR A)

niveles de estiercol +trichoderma	Medias	E.E.	rango
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	32,33	0,4	a
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	31,89	0,4	a
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	28,67	0,4	b

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (FACTOR B)

niveles de rhizobium	Media	EE	rango
750 g/ha	32,00	0,4	a
500 g/ha	31,33	0,4	a
250 g/ha	29,56	0,4	b

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (A X B)

Estiercol bovino + tricoberma	Niveles de rhizobium	Medias	E.E.	rango
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	750	33,00	0,7	a
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	500	32,67	0,7	a
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	750	32,67	0,7	a
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	250	31,67	0,7	a
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	500	31,33	0,7	a
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	250	31,33	0,7	a
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	750	30,33	0,7	a
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	500	30,00	0,7	a
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	250	25,67	0,7	b

Anexo 2. Análisis estadístico de la cobertura aérea del pasto avena, bajo el efecto de la aplicación de diferentes niveles de tricoberma y rhizobium mas abono bovino.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Estiercol bovino + tricoberma	Niveles de rhizobium	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
10 Tn/ha eb + 1 L/ha tricoberma	250	49,00	47,00	48,00	144,00	48,00
10 Tn/ha eb + 1 L/ha tricoberma	500	50,00	49,00	49,00	148,00	49,33
10 Tn/ha eb + 1 L/ha tricoberma	700	54,00	53,00	52,00	159,00	53,00
10 Tn/ha eb + 2 L/ha tricoberma	250	55,00	56,00	55,00	166,00	55,33
10 Tn/ha eb + 2 L/ha tricoberma	500	59,00	56,00	58,00	173,00	57,67
10 Tn/ha eb + 2 L/ha tricoberma	700	56,00	54,00	56,00	166,00	55,33
10 Tn/ha eb + 3 L/ha tricoberma	250	53,00	54,00	53,00	160,00	53,33
10 Tn/ha eb + 3 L/ha tricoberma	500	56,00	56,00	56,00	168,00	56,00
10 Tn/ha eb + 3 L/ha tricoberma	750	60,00	61,00	59,00	180,00	60,00

2. ANALISIS DE LA VARIANZA

FV	SC	GL	CM	F	Prob
Total	362,67	26			
Factor A	228,67	2	114,33	144,42	<0,0001
Factor B	68,22	2	34,11	43,09	<0,0001
Bloque	2,67	2	1,33	1,68	0,2169
Factor A*Factor B	50,44	4	12,61	15,93	<0,0001
Error	12,67	16	0,79		

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (FACTOR A)

niveles de estiércol +tricoderma	Medias	E.E.	rango
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	56,44	0,3	a
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	56,11	0,3	a
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	50,11	0,3	b

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (FACTOR B)

niveles de rhizobium	Media	E.E.	rango
750 g/ha	56,11	0,3	a
500 g/ha	54,33	0,3	b
250 g/ha	52,22	0,3	c

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (A X B)

Estiércol bovino + tricoderma	Niveles de rhizobium	Medias	E.E.	rango
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	750	60,00	0,51	a
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	500	57,67	0,51	ab
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	500	56,00	0,51	b
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	750	55,33	0,51	bc
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	250	55,33	0,51	bc
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	250	53,33	0,51	c
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	750	53,00	0,51	c
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	500	49,33	0,51	d
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	250,00	48,00	0,51	d

Anexo 3. Análisis estadístico de la altura del pasto avena, bajo el efecto de la aplicación de diferentes niveles de triconderma y rhizobium mas abono bovino.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Estiercol bovino + triconderma	Niveles de rhizobium	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
10 Tn/ha eb + 1 L/ha triconderma	250	31,00	30,00	31,00	92,00	30,67
10 Tn/ha eb + 1 L/ha triconderma	500	29,00	30,00	27,00	86,00	28,67
10 Tn/ha eb + 1 L/ha triconderma	700	32,00	31,00	32,00	95,00	31,67
10 Tn/ha eb + 2 L/ha triconderma	250	33,00	35,00	34,00	102,00	34,00
10 Tn/ha eb + 2 L/ha triconderma	500	36,00	35,00	37,00	108,00	36,00
10 Tn/ha eb + 2 L/ha triconderma	700	35,00	37,00	34,00	106,00	35,33
10 Tn/ha eb + 3 L/ha triconderma	250	32,00	31,00	31,00	94,00	31,33
10 Tn/ha eb + 3 L/ha triconderma	500	33,00	34,00	34,00	101,00	33,67
10 Tn/ha eb + 3 L/ha triconderma	750	37,00	39,00	39,00	115,00	38,33

2. ANALISIS DE LA VARIANZA

FV	SC	GL	CM	F	Prob
Total	235,63	26			
Factor A	120,52	2	60,26	54,46	<0,0001
Factor B	47,19	2	23,59	21,32	<0,0001
Bloque	0,96	2	0,48	0,44	0,6546
Factor A*Factor B	49,26	4	12,31	11,13	0,0002
Error	17,7	16	1,11		

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (FACTOR A)

niveles de estiercol +triconderma	Medias	E.E.	rango
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	35,11	0,35	a
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	34,44	0,35	a
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	30,33	0,35	b

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (FACTOR B)

niveles de rhizobium	Media	E.E.	rango
750	35,11	0,35	a
500	32,78	0,35	b
250	32,00	0,35	b

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (A X B)

Estiércol bovino + tricoberma	Niveles de rhizobium	Medias	E.E.	rango
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	750	38,33	0,61	a
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	500	36,00	0,61	ab
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	750	35,33	0,61	ab
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	250	34,00	0,61	bc
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	500	33,67	0,61	bcd
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	750	31,67	0,61	cde
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	250	31,33	0,61	cde
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	250	30,67	0,61	de
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	500	28,67	0,61	e

Anexo 4. Análisis estadístico de la producción de forraje verde del pasto avena, bajo el efecto de la aplicación de diferentes niveles de tricoberma y rhizobium mas abono bovino.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Estiercol bovino + tricoberma	Niveles de rhizobium	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
10 Tn/ha eb + 1 L/ha tricoberma	250	1,92	1,80	1,88	5,60	1,87
10 Tn/ha eb + 1 L/ha tricoberma	500	1,96	1,93	1,90	5,79	1,93
10 Tn/ha eb + 1 L/ha tricoberma	700	3,15	3,10	3,06	9,31	3,10
10 Tn/ha eb + 2 L/ha tricoberma	250	4,62	4,74	4,68	14,04	4,68
10 Tn/ha eb + 2 L/ha tricoberma	500	5,31	5,19	5,35	15,85	5,28
10 Tn/ha eb + 2 L/ha tricoberma	700	4,83	4,92	4,78	14,53	4,84
10 Tn/ha eb + 3 L/ha tricoberma	250	3,65	3,69	3,58	10,92	3,64
10 Tn/ha eb + 3 L/ha tricoberma	500	4,67	4,74	4,69	14,10	4,70
10 Tn/ha eb + 3 L/ha tricoberma	750	5,54	5,60	5,49	16,63	5,54

2. ANALISIS DE LA VARIANZA

FV	SC	GL	CM	F	Prob
Total	46,39	26			
Factor A	37,38	2	18,69	5565,01	<0,0001
Factor B	5,46	2	2,73	812,87	<0,0001
Bloque	0,01	2	0,00	0,83	0,45
Factor A*Factor B	3,49	4	0,87	259,96	<0,0001
Error	0,05	16	0,003		

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (FACTOR A)

niveles de estiércol +tricoderma	Medias	E.E.	rango
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	4,94	0,02	a
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	4,63	0,02	b
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	2,30	0,02	c

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (FACTOR B)

niveles de rhizobium	Media	E.E.	rango
750 g/ha	4,50	0,02	a
500 g/ha	3,97	0,02	b
250 g/ha	3,40	0,02	c

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (A X B)

Estiércol bovino + tricoderma	Niveles de rhizobium	Medias	E.E.	rango
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	750,00	5,54	0,03	a
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	500,00	5,28	0,03	b
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	750,00	4,84	0,03	c
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	500,00	4,70	0,03	c
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	250,00	4,68	0,03	c
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	250,00	3,64	0,03	d
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	750,00	3,10	0,03	e
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	500,00	1,93	0,03	f
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	250,00	1,87	0,03	f

Anexo 5. Análisis estadístico de la producción de materia seca del pasto avena, bajo el efecto de la aplicación de diferentes niveles de trichoderma y rhizobium mas abono bovino.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Estiércol bovino + trichoderma	Niveles de rhizobium	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trichoderma	250	0,80	0,75	0,78	2,33	0,78
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trichoderma	500	0,82	0,81	0,80	2,43	0,81
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trichoderma	700	1,33	1,31	1,29	3,92	1,31
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trichoderma	250	2,09	2,15	2,12	6,36	2,12
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trichoderma	500	2,42	2,37	2,44	7,22	2,41
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trichoderma	700	2,21	2,25	2,18	6,64	2,21
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trichoderma	250	1,68	1,70	1,65	5,02	1,67
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trichoderma	500	2,16	2,19	2,17	6,51	2,17
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trichoderma	750	2,57	2,59	2,54	7,70	2,57

2. ANALISIS DE LA VARIANZA

FV	SC	GL	CM	F	Prob
Total	10,97	26			
Factor A	9,10	2	4,55	6743,87	<0,0001
Factor B	1,15	2	0,58	854,42	<0,0001
Bloque	0,00	2	0,00	0,99	0,39
Factor A*Factor B	0,71	4	0,18	262,35	<0,0001
Error	0,01	16	0,00		

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%(FACTOR A)

niveles de estiércol +trichoderma	Medias	E.E.	rango
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	2,25	0,01	a
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	2,14	0,01	b
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	0,97	0,01	c

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (FACTOR B)

niveles de rhizobium	Media	E.E.	rango
750 g/ha	2,03	0,01	a
500 g/ha	1,80	0,01	b
250 g/ha	1,52	0,01	c

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5% (A X B)

Estiercol bovino + tricoDERMA	Niveles de rhizobium	Medias	E.E.	rango
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	750	2,57	0,01	a
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	500	2,41	0,01	b
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	750	2,21	0,01	c
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	500	2,17	0,01	cd
10 Tn/ha eb + 2 L/ha trico..	250	2,12	0,01	d
10 Tn/ha eb + 3 L/ha trico..	250	1,68	0,01	e
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	750	1,31	0,01	f
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	500	0,81	0,01	g
10 Tn/ha eb + 1 L/ha trico..	250	0,78	0,01	g