



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previa a la obtención del título:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**“EFECTO DE LA TRICHODERMA MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS  
EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DE ALFALFA (*Medicago  
sativa*)”**

**AUTOR:**

**ALEX DARIO TOAPANTA OÑA**

Riobamba-Ecuador

2016

Este trabajo de titulación fue aprobada por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.C. Julio Enrique Usca Méndez.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Dr. Luis Rafael Fiallos Ortega Ph.D.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Ing. M.C. Jorge Anselmo Rodas Paredes.

**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 05 Mayo del 2016.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, **Alex Dario Toapanta Oña**, 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, 05 de Mayo del 2016.

**Alex Dario Toapanta Oña**

**C.I. 050348506-2**

## **AGRADECIMIENTO**

Toda mi gratitud, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, por haberme permitido adquirir conocimientos para mi formación profesional, a todos mis amigos, maestros y compañeros. .

A mis padres Manuel y Beatriz quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento., depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba, sin dudar ni un solo momento en mí.

A mi querido hijo Dominic Jesús, a mi sobrino Anderson Joel por ser mi inspiración en el transcurso de la elaboración de este trabajo.

A mi hermana Soraya, por ser mi ejemplo a seguir, por demostrarme que a pesar de las adversidades de la vida siempre hay que salir adelante, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre.

De una manera muy especial a toda mi querida familia que de una u otra forma estuvieron apoyándome incondicionalmente para cumplir con este sueño tan anhelado, de todo corazón Dios les pague.

*Alex Dario*

## DEDICATORIA

Mi trabajo de titulación la dedico con todo mi amor y cariño.

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino del bien, por haber estado conmigo en cada paso que di, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padre Manuel y Beatriz, por haber confiado siempre en mí y haberme dado la mejor herencia que es una profesión.

A toda mi querida familia que siempre estuvieron en los buenos y malos momentos los cuales me formaron como un buen profesional, dios les pague.

*Alex Dario*

## 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>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	4
A. LA ALFALFA	4
1. <u>Características</u>	4
2. <u>Importancia</u>	4
3. <u>Requerimientos edafoclimáticos</u>	5
a. Radiación solar	5
b. Temperatura	5
c. pH	6
d. Salinidad	6
4. <u>Tipo de suelos</u>	6
5. <u>Preparación del terreno</u>	7
6. <u>Época de siembra</u>	7
7. <u>Riego</u>	8
B. BIOFERTILIZACIÓN	8
C. AGRICULTURA ORGÁNICA	9
1. <u>Características</u>	10
2. <u>Importancia de la Agricultura Orgánica</u>	11
3. <u>Importancia de la Agricultura Ecológica.</u>	12
D. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL <i>Trichoderma sp</i>	12
1. <u>Generalidades</u>	12
2. <u>Descripción</u>	14
a. Colonias	14
b. Micelio	14
c. Clamidosporas	15
d. Conidióforos	15
e. Esporas	15
3. <u>Formas de acción</u>	15

4.	<u>Control biológico de enfermedades</u>	16
5.	<u>Principales beneficios agrícolas del <i>Trichoderma sp</i></u>	17
6.	<u>Especies</u>	23
a.	<i>Trichoderma harzianum</i>	23
1).	Ventajas de <i>Trichoderma harzianum</i>	24
b.	<i>Trichoderma viride</i>	24
1)	Ventajas de <i>Trichoderma viride</i>	24
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	26
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	26
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	26
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	27
1.	<u>Materiales</u>	27
2.	<u>Equipos</u>	27
3.	<u>Insumos</u>	28
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	28
1.	<u>Esquema del Experimento</u>	28
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	29
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	29
1.	<u>Esquema del ADEVA</u>	29
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	30
1.	<u>Descripción del experimento</u>	30
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	31
1.	<u>Cobertura basal días (%)</u>	31
2.	<u>Altura de la planta (cm)</u>	31
3.	<u>Número de tallos por planta. (tallos/planta)</u>	31
4.	<u>Número de hojas por tallo (hojas/tallo)</u>	32
5.	<u>Producción de forraje en materia verde (Tn /Ha/corte)</u>	32
6.	<u>Producción de forraje en materia seca (Tn /Ha/corte)</u>	32
7.	<u>Análisis Bromatológico</u>	32
8.	<u>Análisis del suelo antes y después del ensayo</u>	32
9.	<u>Evaluación Económica</u>	33

IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	34
A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL <i>Medicago sativa</i> BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS EN EL PRIMER CORTE	34
1. <u>Altura de la planta, (cm)</u>	34
2. <u>Cobertura basal, (%)</u>	36
3. <u>Número de tallos por planta, (u)</u>	40
4. <u>Número de hojas por tallo, (u)</u>	42
5. <u>Producción de forraje verde, (Tn/Ha/corte)</u>	43
6. <u>Producción de materia seca, (Tn/Ha/corte)</u>	43
B. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL <i>Medicago sativa</i> BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS EN EL SEGUNDO CORTE	44
1. <u>Altura de la planta, (cm)</u>	44
2. <u>Cobertura basal, (%)</u>	46
3. <u>Número de tallos/planta, (u)</u>	51
4. <u>Número de hojas/ tallos, (u)</u>	53
5. <u>Producción de forraje verde, (Tn/Ha/corte)</u>	54
6. <u>Producción de materia seca, (Tn/Ha/corte)</u>	54
C. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	58
1. <u>Contenido de Materia seca</u>	58
2. <u>Contenido de Proteína</u>	58
3. <u>Contenido de Fibra</u>	60
4. <u>Contenido de Cenizas</u>	60
D. ANALISIS DE SUELO INICIAL Y FINAL	60
A. ANÁLISIS ECONÓMICO	62
V. <u>CONCLUSIONES</u>	65
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	67
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	68
ANEXOS	

## RESUMEN

En la Estación Experimental Tunshi, Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se realizó el estudio del efecto de diferentes dosis de *Trichoderma* (1, 2, 3 l/Ha), más una base estándar de Humus (6Tn/Ha), en la producción primaria forrajera de alfalfa (*Medicago sativa*). Se utilizaron 16 unidades experimentales, distribuidos en un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con una duración de 120 días. Determinándose cobertura basal a los 40 días los mejores resultados en el segundo corte fueron en el T3 (3 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), con 44,66%, en cuanto a los rendimientos de producción de forraje verde se evidenció superioridad en el T2 (2 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), con 11,61 y 13,51 Tn/Ha/corte de forraje verde en el primer y segundo corte respectivamente, similar comportamiento se registró en la producción de materia seca la respuesta más eficiente fue en el T2 (2 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), con 2,78 y 3,71 Tn/Ha/corte, en la evaluación bromatológica se determinó en el segundo corte en mayor contenido de proteína en el T1(1 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), con 30,78% el valor más eficiente de fibra fue en el T2 (2 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), con 21,89%, el análisis económico la mejor respuesta en los dos cortes fue en el T2 (2 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), con 1,51 y 1,76 de beneficio/costo, por lo que se recomienda utilizar (2 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), ya que se registró los mayores rendimientos productivos.

## ABSTRACT

A study of the effect of different levels of *Trichoderma* (1, 2, 3 l/Ha), in the Experimental Station Tunshi was performed, and a standard base of humus (6 Tn/Ha) in the primary forage production of alfalfa (*Medicago sativa*) 16 experimental units, distributed in a complete random block design, with a duration of 120 days were used. A basal coverage was determined at 40 days and the best results in the second cut were in T3 (3 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), with 44,66%, in terms of production yields of green forage superiority was evident in T2 (2 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), with 11,61 and 13,51 Tn/Ha/cut in the first and second cut respectively, similar behavior is recorded in the production of dry grass, the most efficient response was in the T2 (2 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), with 2,78 and 3,71 Tn/Ha/cut, in the bromatological assessment in the second cut the higher protein content in T1 (1 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), with 30,78% was determined, the most efficient fiber value was in the T2 (2 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), with 21,89%. In the economic analysis, the best response in the two cuts was in the T2 (2 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), with 1,51 and 1,76 benefit/cost, so it is recommended to use (2 l/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus), as higher production yields were recorded.

**LISTA DE CUADROS**

N°	Pág.
1. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.	26
2. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	29
3. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).	30
4. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL <i>Medicago sativa</i> BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS EN EL PRIMER CORTE.	35
5. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL <i>Medicago sativa</i> BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS EN EL SEGUNDO CORTE.	45
6. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL <i>Medicago sativa</i> .	59
7. ANÁLISIS DE SUELO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL HUMUS.	61
8. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ALFALFA POR EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS HUMUS, EN EL PRIMER CORTE.	63
9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ALFALFA POR EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS HUMUS, EN EL SEGUNDO CORTE.	64

**LISTA DE GRÁFICOS**

Nº	Pág.
1. Cobertura basal a los 15 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de <i>Trichoderma</i> más una base estándar de Humus en el primer corte.	37
2. Cobertura basal a los 30 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de <i>Trichoderma</i> más una base estándar de Humus en el primer corte.	38
3. Cobertura basal a los 40 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de <i>Trichoderma</i> más una base estándar de Humus en el primer corte.	39
4. Regresión de la cobertura basal de la alfalfa a los 40 días, por efecto de diferentes dosis de <i>Trichoderma</i> más una base estándar de Humus en el primer corte.	41
5. Cobertura basa a los 15 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de <i>Trichoderma</i> más una base estándar de Humus, en el segundo corte.	47
6. Cobertura basa a los 30 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de <i>Trichoderma</i> más una base estándar de Humus, en el segundo corte.	48
7. Cobertura basa a los 40 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de <i>Trichoderma</i> más una base estándar de Humus, en el segundo corte.	50
8. Regresión de la cobertura basal a los 40 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de <i>Trichoderma</i> más una base estándar de Humus, en el segundo corte.	52
9. Producción de materia seca de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de <i>Trichoderma</i> más una base estándar de Humus, en el segundo corte.	56
10. Regresión de la producción de materia seca de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de <i>Trichoderma</i> más una base estándar de Humus, en el segundo corte.	57

## LISTA DE ANEXOS

1. Análisis estadístico de la altura de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.
2. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 15 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.
3. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 30 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.
4. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 40 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.
5. Análisis estadístico del número de tallos por planta de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.
6. Análisis estadístico del número de hojas por tallo de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.
7. Análisis estadístico de la producción de forraje verde, de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.
8. Análisis estadístico de la producción de materia seca, de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.
9. Análisis estadístico de la altura de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus en el segundo corte.
10. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 15 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.
11. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 30 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.
12. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 40 días de la alfalfa, por efecto

de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

13. Análisis estadístico del número de tallos por planta de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.
14. Análisis estadístico del número de hojas por tallo de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.
15. Análisis estadístico de la producción de forraje verde, de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.
16. Análisis estadístico de la producción de materia seca, de la alfalfa por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas se ha ido incrementando el uso de fertilizantes inorgánicos, debido a que los productores alrededor del mundo buscan incrementar sus producciones al máximo y obviamente se incrementa sus réditos económicos, pero perjudicando el medio ambiente con el uso indiscriminado de químicos, volviendo infértiles grandes cantidades de tierra cada año.

La agricultura biológica se considera más autónoma, económica, de alto valor añadido y sin impacto negativo sobre los recursos naturales, la salud humana y el medio ambiente. Integra los numerosos aspectos de la agricultura tradicional y de los adelantos científicos de la agroecología y la microbiología. Su objetivo fundamental está definido por su origen, es decir, haber sido producido según métodos ecológicos, sociales, culturales y económicamente perdurables; y su calidad, entendida como inocuidad tóxica y vitalidad alimenticia.

Hoy en día, los productores alrededor del mundo han retomado a la agricultura orgánica en cultivos intensivos no sólo en productos para el consumo humano sino también a la producción de pastos y forrajes destinado a la alimentación animal; porque se ha comprobado que la utilización de los abonos orgánicos, tales como: Bokashi, humus de lombriz, compost, entre otros; actúa aumentando las condiciones nutritivas de la tierra, mejoran su condición física, aportan materia orgánica y fertilizan y que además no tienen impacto ambiental y que de hecho dan como resultado productos más sanos para los animales y por ende para el hombre.

Por lo antes expuesto ahora nos debemos enfocarnos en buscar alternativas y realizar programas eficientes de fertilización que incluyan la reducción del uso de fertilizantes inorgánicos a tal punto que no causen ningún tipo de problemas de contaminación del suelo; y el uso de abonos o fertilizantes alternativos orgánicos que favorezcan el desarrollo de los cultivos y el enriquecimiento de los suelos de manera que se mantenga una producción sustentable.

Tomando además en consideración que el costo de los fertilizantes químicos es

elevado, en cambio los abonos orgánicos son mucho más baratos, siendo incluso producidos con sus propias manos por los productores, sin dificultad alguna y usando materiales fáciles de conseguir y que mucha de las veces se los considera como basura.

En la actualidad las nuevas formas y mecanismos de manejo de cultivos intensivos surge de resolver situaciones complejas de producción en las cuales se puede estimular la presencia de hongos del genero *Trichoderma sp*, en el manejo, o diversidad de condiciones agroecológicas especialmente por situaciones de contaminación global en las cuales se eliminan importantes componentes y reguladores biológicos de las cadenas tróficas, por lo que se pretende evaluar diferentes dosis de *Trichoderma sp*, más una base estándar de humus, ya que posee metabólicos benéficos aptos para combatir las enfermedades de las plantas, contribuyendo en la protección de los recursos naturales, sin dañarlas o perjudicar el medio ambiente.

Además incrementa la producción hasta un 10 por ciento, reduciendo la utilización de los derivados industriales, en el manejo de una pradera, optando así con un producto sano y sin residuos químicos; disminuyendo los sistemas de producción que han generado altos costos sociales y ambientales, donde el uso de los recursos naturales contribuye la base de la producción agrícola.

El *Medicago sativa* (Alfalfa), llamada la reina de las forrajeras por sus cualidades como palatabilidad, la cantidad y calidad de proteínas, vitaminas y minerales que la constituyen, parte esencial de los procesos vitales en el metabolismo de los rumiantes. Es una planta excelente como pastura para alimentar toda clase de ganado, incluyendo bovinos, porcinos y aves, debido a que produce más proteínas que las demás leguminosas, e ingresos para las familias ganaderas y de los otros actores de la cadena productiva, que dependen de las contingencias de producción y precio.

Por tal razón la presente investigación tiene la finalidad conocer los beneficios al aplicar *Trichoderma sp.*, más una base estándar de Humus en la producción primaria forrajera de alfalfa (*Medicago sativa*), que específicamente se valorará en

el cultivo establecido de Alfalfa, en la Estación experimental Tunshi de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.

Por lo expuesto anteriormente se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* (1, 2, 3 l/Ha.), más una base estándar de humus (6 Tn/Ha), en la producción primaria forrajera de alfalfa (*Medicago sativa*).
- Conocer el mejor tratamiento en la producción primaria forrajera de alfalfa (*Medicago sativa*).
- Analizar la rentabilidad de los tratamientos en estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. LA ALFALFA

#### 1. Características

<http://www.infoagro.com> (2008), señala que la alfalfa pertenece a la familia de las leguminosas, cuyo nombre científico es *Medicago sativa*, se trata de una planta perenne, vivaz y de porte erecto.

- La raíz principal es pivotante, robusta y muy desarrollada (hasta 5 m de longitud) con numerosas raíces secundarias. Posee una corona que sale del terreno, de la cual emergen brotes que dan lugar a los tallos.
- Los tallos son delgados y erectos para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias, además son muy consistentes, por tanto es una planta muy adecuada al corte.
- Las hojas son trifoliadas, aunque las primeras hojas verdaderas son unifoliadas. Los márgenes son lisos y con los bordes superiores ligeramente dentados.
- Son de color azul o púrpura, con inflorescencias en racimos que nacen en las axilas de las hojas.
- El fruto es una legumbre indehisciente sin espinas que contiene entre 2 y 6 semillas amarillentas, arriñonadas y de 1,5 a 2,5 mm. de longitud.

#### 2. Importancia

<http://www.infoagro.com> (2008), determina que se trata de un cultivo muy extendido en los países de clima templado. La ganadería intensiva es la que ha demandado de forma regular los alimentos que ha tenido que proveer la industria

dando lugar al cultivo de la alfalfa, cuya finalidad es abastecer a la producción de piensos.

La importancia del cultivo de la alfalfa va desde su interés como fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales; así como su contribución paisajística y su utilidad como cultivo conservacionista de la fauna. Además de la importante reducción energética que supone la fijación simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo y para los siguientes en las rotaciones de las que forma parte. Por ser una especie pratense y perenne, su cultivo aporta elementos de interés como limitador y reductor de la erosión y de ciertas plagas y enfermedades de los cultivos que le siguen en la rotación.

### **3. Requerimientos edafoclimáticos**

#### **a. Radiación solar**

<http://agrarias.tripod.com> (2009), menciona que es un factor muy importante que influye positivamente en el cultivo de la alfalfa, pues el número de horas de radiación solar aumenta a medida que disminuye la latitud de la región. La radiación solar favorece la técnica del pre secado en campo en las regiones más cercanas al Ecuador y dificulta el secado en las regiones más hacia el norte.

#### **b. Temperatura**

<http://www.infoagro.com> (2008), señala que la semilla germina a temperaturas de 2-3° C, siempre que las demás condiciones ambientales lo permitan. A medida que se incrementa la temperatura la germinación es más rápida hasta alcanzar un óptimo a los 28-30 °C. Temperaturas superiores a 38° C resultan letales para las plántulas.

Al comenzar el invierno detienen su crecimiento hasta la llegada de la primavera cuando comienzan a rebrotar. Existen variedades de alfalfa que toleran temperaturas muy bajas (-10° C). La temperatura media anual para la producción forrajera está en torno a los 15° C. Siendo el rango óptimo de temperaturas,

según las variedades de 18-28° C.

### **c. pH**

<http://agrarias.tripod.com> (2009), indica el factor limitante en el cultivo de la alfalfa es la acidez, excepto en la germinación, pudiéndose ser de hasta 4.

El pH óptimo del cultivo es de 7,2, recurriendo a encalados siempre que el pH baje de 6,8; además los encalados contribuyen a incrementar la cantidad de iones de calcio en el suelo disponibles para la planta y reducir la absorción de aluminio y manganeso que son tóxicos para la alfalfa.

Existe una relación directa entre la formación de nódulos y el efecto del pH sobre la alfalfa. La bacteria nodulante de la alfalfa es *Rhizobium meliloti*, esta especie es neutrófila y deja de reproducirse por debajo de pH 5. Por tanto si falla la asimilación de nitrógeno la alfalfa lo acusa.

### **d. Salinidad**

<http://www.infoagro.com> (2008), considera que la alfalfa es muy sensible a la salinidad, cuyos síntomas comienzan con la palidez de algunos tejidos, la disminución del tamaño de las hojas y finalmente la parada vegetativa con el consiguiente achaparrado. El incremento de la salinidad induce desequilibrios entre la raíz y la parte aérea.

## **4. Tipo de suelos**

<http://www.alfalfastudio.com> (2009), señala que la alfalfa requiere suelos profundos y bien drenados, aunque se cultiva en una amplia variabilidad de suelos. Los suelos con menos de 60 cm. de profundidad no son aconsejables para la alfalfa.

## **5. Preparación del terreno**

<http://www.alfalfastudio.com> (2009), determina que antes de realizar la siembra es necesario conocer las características del terreno, contenido de fósforo y potasio, condiciones de drenaje y sobre todo el pH.

Las labores de preparación del terreno se inician con un subsolado (para remover las capas profundas sin voltearlas ni mezclarlas) mejorará las condiciones de drenaje y aumentará la capacidad de almacenamiento de agua del suelo.

Esta labor es muy importante en el cultivo de la alfalfa, pues las raíces son muy profundas y subsolando se favorece que estas penetren con facilidad.

A continuación se realizan sucesivos gradeos (de 2 a 3), con la finalidad de nivelar el terreno, disminuir el encharcamiento debido al riego o a intensas lluvias y eliminar las malas hierbas existentes.

Se recomienda intercalar las labores con aplicaciones de abonos y enmiendas realizadas al mismo tiempo que los gradeos, para mezclar los fertilizantes con la tierra y homogeneizar su distribución. Conviene aplicar el abonado de fondo y el encalado dos meses antes de la siembra para permitir su descomposición y estar a disposición de la plántula después de la germinación.

## **6. Época de siembra**

<http://www.alfalfastudio.com> (2009), manifiesta que en regiones cálidas y praderas de secano la siembra se realizará en otoño, pues el riesgo de heladas tempranas es muy reducido; además la planta desarrolla su sistema radicular, almacena las reservas y a partir de la primavera siguiente la explotación está en un nivel alto de producción.

Se aconsejan las siembras primaverales en zonas frías de secano. En cultivos de regadío la siembra se realizará en primavera, aun teniendo en cuenta que su mayor inconveniente es la presencia de malas hierbas.

## **7. Riego**

<http://www.infoagro.com> (2008), informa que la cantidad del agua aplicada depende de la capacidad de retención de agua por el suelo, de la eficiencia del sistema de riego y de la profundidad de las raíces.

En primavera las demandas de agua son escasas; las pérdidas de agua son sólo excesivas durante los periodos en que las tasas de evaporación son altas y las tasas de crecimiento bajas.

## **B. BIOFERTILIZACIÓN**

<http://www.infoagro.com> (2007), manifiesta la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los varios cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos.

Existen incluso empresas que están buscando en los ecosistemas naturales de todas las partes del mundo, sobre todo tropicales, distintas plantas, extractos de algas, etc., que se desarrollan en las diferentes plantas, los sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas.

De esta forma en diferentes fábricas y en entornos totalmente naturales, se reproducen aquellas plantas que se ven más interesantes mediante técnicas de biotecnología.

Estos centros se producen varias sustancias vegetales, para producir abonos orgánicos y sustancias naturales, que se están aplicando en la nueva agricultura. Para ello y en diversos laboratorios, se extraen aquellas sustancias más interesantes, para fortalecer las diferentes plantas que se cultivan bajo invernadero, pero también se pueden emplear en plantas ornamentales, frutales, pastos, etc.

### **C. AGRICULTURA ORGÁNICA**

Según <http://www.scielo.sld.cu.com> (2014), la Agricultura orgánica es una forma diferente de enfocar la producción agraria, basada en el respeto al entorno y producir alimentos sanos, de la máxima calidad y en cantidad suficiente. Utiliza como modelo a la misma naturaleza, extrayendo de ella toda la información posible, asociada con los actuales conocimientos técnicos y científicos. La Agricultura Ecológica permite obtener alimentos de la máxima calidad, tanto en su presentación y sabor como en su contenido alimenticio, mediante técnicas y productos que:

- Estén integradas en los agroecosistemas, de forma que no produzcan impactos ambientales.
- Potencien la fertilidad natural de los suelos y la capacidad productiva del agrosistema, garantizando la continuidad de la producción agraria en la zona.
- No incorporen a los alimentos sustancias o residuos que resulten perjudiciales para la salud o mermen su capacidad alimenticia.
- Respeten los ciclos naturales de los cultivos y aporten a los animales unas condiciones de vida adecuadas.

Garcés, E. (2009), reporta que en oposición a los sistemas modernos, la agricultura orgánica representa un intento consiente de obtener el mejor uso de los recursos naturales locales. El objetivo de la agricultura orgánica, también conocida como agricultura ecológica o biológica, es crear sistemas agrícolas viables tanto ambientales como económicamente, que dependan de recursos renovables locales o derivados de las granjas, e incluyan el manejo de los procesos ecológicos y biológicos. La utilización de insumos externos, sean inorgánicos u orgánicos, se reduce tanto como sea posible.

En los últimos años se ha observado un drástico aumento en cuanto a la adopción de la agricultura orgánica por parte de los países industrializados. Para la mayoría de los agricultores, lo más importante es que representa un sistema agrícola más que un simple conjunto de tecnologías. El objetivo fundamental es encontrar diversos métodos para lograr que los alimentos crezcan en armonía con la naturaleza.

## 1. Características

<http://www.proamazonia.gob.pe> (2007), reporta que los fertilizantes líquidos orgánicos se obtienen por transformación de estiércol animal, de restos de cosecha o en general de residuos orgánicos. Su tratamiento conduce a la formación de abonos foliares. Estos materiales permiten obtener fertilizantes eficaces, y serán seguros si se preparan adecuadamente. Incluso, cuando se aprovechan desechos orgánicos, se contribuye a la salud pública al evitar que se constituyan en fuente de contaminación.

La incorporación del abono enriquece la capacidad del suelo para albergar una gran actividad biológica, la cual tiene varias implicancias favorables.

La Fundación Salvadoreña para la Promoción Social y el Desarrollo Económico. (FUNSALPRODES. 2000), indican que los abonos orgánicos tienen una gran importancia económica, social y ambiental; ya que reducen los costos de producción de los diferentes rubros con los cuáles se trabaja, aseguran una producción de buena calidad para la población y disminuyen la contaminación de los recursos naturales en general. Por otra parte ayudan a que el recurso suelo produzca más y se recupere paulatinamente; su elaboración es fácil, ya que se hace con estiércoles de diferentes especies animales.

De acuerdo a la Fundación de Apoyo para el Desarrollo Social (FADES. 1999), los procesos biológicos son elementos importantes a considerar puesto que afectan las características del suelo y el desarrollo de la planta, estos procesos son:

- Fijación del nitrógeno atmosférico.

- Mejoramiento de la absorción de nutrientes de la planta.
- Solubilización de nutrientes del suelo.
- Transformación y mineralización de materia Orgánica.
- Mejora la estructura del suelo.
- Incrementa la resistencia de las plantas al estrés y a la salinidad.
- Liberación de sustancias que favorecen al crecimiento y desarrollo de las plantas.

## **2. Importancia de la Agricultura Orgánica**

La página <http://agronomiaorganic.blogspot.com> (2012), indica el desarrollo de una agricultura eficiente y sustentable, una población sana y la conservación de los fundamentos de la vida, exigen favorecer la opción de una agricultura que fomente prácticas y técnicas amigables con el medio ambiente, donde los agroquímicos sintéticos, todos tóxicos en mayor o menor grado, son excluidos definitivamente.

La agricultura orgánica es una forma de producción, basada en el respeto al entorno, para producir alimentos sanos de la máxima calidad y en cantidad suficiente, utilizando como modelo a la misma naturaleza, apoyándose en los conocimientos científicos y técnicos vigentes. El desarrollo de la agricultura orgánica busca la recuperación permanente de los recursos naturales afectados, para el beneficio de la humanidad.

La agricultura orgánica se orienta a proporcionar un medio ambiente limpio y balanceado, potenciar la capacidad productiva y fertilidad natural de los suelos, optimizar el reciclaje de los nutrientes, el control natural de plagas y enfermedades.

Por ello, es preciso promover e implementar las técnicas y prácticas de la agricultura orgánica en beneficio de la salud humana, animal y protección del

medio ambiente en general.

### **3. Importancia de la Agricultura Ecológica.**

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun> (2014), informa el desarrollo que tiene la agricultura ecológica en la actualidad se basa en tres aspectos principales, que son:

- La necesidad de no continuar deteriorando el medio agrícola y recuperarlos de los impactos negativos que han producido los métodos intensivos de producción sobre el medio ambiente.
- La inseguridad alimentaria que han generado los sistemas de producción intensivos, debido a la contaminación de los productos y la proliferación de enfermedades de los animales que afectan al hombre.
- La posibilidad que tienen estos sistemas de producción de permitir que pequeños y medianos productores y agricultores de zonas desfavorecidas tengan una renta digna, producto del valor agregado que da la producción de alimentos de calidad y de alta seguridad.

Por otro lado, los sistemas ecológicos han mostrado la capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas y especialmente a zonas desfavorecidas, permitiendo la autosuficiencia alimentaria en agricultores de bajos recursos con el uso de tecnologías de bajos insumos. Se debe señalar que el modelo intensivo de producción, no sólo ha provocado una destrucción del medio ambiente por la desarborización, destrucción de los suelos y la contaminación química de los suelos, el agua y por tanto de los alimentos que consumimos, sino que ha tenido fuertes repercusiones sobre la sociedad rural.

## **D. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL *Trichoderma sp***

### **1. Generalidades**

Según <http://ec-organics.com/fitoprotector> (2008), *Trichoderma sp.* es un hongo anaerobio facultativo que se encuentra naturalmente en un número importante de

suelos y otros tipos de medios. Se encuentra en la subdivisión Deuteromycete que se caracterizan por no poseer un estado sexual determinado. De este microorganismo existen más de 30 especies, todas con efectos benéficos para la agricultura y otras ramas.

El hongo se encuentra muy distribuido por el mundo, y se presenta naturalmente en diferentes hábitats, especialmente los que contienen una buena cantidad de materia orgánica o desechos vegetales en descomposición, así mismo en residuos de cultivos especialmente en aquellos que son atacados por otros hongos. Su desarrollo se ve favorecido por la presencia de altas densidades de raíces, las cuales, son colonizadas rápidamente por estos microorganismos.

*Trichoderma sp.* tiene muchas ventajas como agente de control biológico, pues posee un rápido crecimiento y desarrollo, aparte de esto produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de hongos fitopatógenos.

Su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y hábitats donde los hongos causan enfermedad le permiten ser eficiente agente de control, de igual forma puede sobrevivir en medios con contenidos significativos de pesticidas y otros químicos. Además su gran variabilidad se constituye en un reservorio de posibilidades de control biológico bajo diferentes sistemas de producción y cultivos.

*Trichoderma sp.* toma nutrientes de los hongos (a los cuales degrada) y de materiales orgánicos ayudando a su descomposición, por lo cual las incorporaciones de materia orgánica y compostaje lo favorecen; también requiere de humedad para poder germinar, la velocidad de crecimiento de este organismo es bastante alta, por esto es capaz establecerse en el suelo y controlar enfermedades; probablemente sea el hongo beneficioso, más versátil y polifacético que abunda en los suelos.

No se conoce que dicho microorganismo sea patógeno de ninguna planta; sin embargo, es capaz de parasitar, controlar y destruir muchos hongos.

## 2. Descripción

Para <http://www.fao.org/DOCREP.htm> (2014), el *Trichoderma 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 *Trichoderma sp.* 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 sustratos, no dependen totalmente de la planta en su ciclo vital. Las diferentes especies de *Trichoderma sp.* son diferenciadas así:

### a. Colonias

Fernández, O. (2011), reporta que esta especie puede formar colonias o compactas, pudiendo presentarse numerosas variaciones entre estos dos extremos; ocasionalmente pueden presentarse estas dos características sobre una misma colonia.

La compactación de las colonias está relacionada con la estructura de los conidióforos.

### b. Micelio

El micelio se encuentra constituido por hifas hialinas, septadas de paredes lisas y con abundante ramificación (<http://www.fao.org/DOCREP.htm> 2014).

### **c. Clamidosporas**

Fernández, O. (2011), indica que están presentes en muchas especies, siendo intercalares u ocasionalmente terminales o se desarrollan sobre ramificación lateral de una hifa corta, globosa o elipsoidal, incolora y de pared lisa.

### **d. Conidióforos**

Para <http://www.fao.org/DOCREP.htm> (2014), estos son cónicos o piramidales una estructura compleja, caracterizada por su abundante ramificación lateral corta, individuales o en grupos de tres, otros se colocan hacia afuera, alejados de las ramificaciones laterales.

### **e. Esporas**

Fernández, O. (2011), indica que estas son fialosporas producidas individualmente o sucesivamente acumuladas en el ápice de las filias, conformando una cabeza de esporas cuyo diámetro es inferior a 15  $\mu\text{m}$ , raramente pueden estar en cadenas cortas; pueden ser lisas o de pared rugosa, hialinas o verde amarillentas a verde oscuras; a veces con apariencia angular, ocasionalmente truncada en su base.

## **3. Formas de acción**

<http://www.corforiocolorado.gov.ar> (2014), reporta al aplicar este hongo a las plantas establecidas, este coloniza las raíces formando una capa protectora sobre ellas con la ventaja que el hongo crece con las raíces formando una especie de “guante”, protegiéndolas siempre. El hongo y las raíces forman una simbiosis. El primero se alimenta y vive del exudado que producen las raíces pero el hongo al colonizar las raíces les confiere una protección. Esta protección la hace de tres maneras:

- El primer tipo protección la logra al consumir el exudado que liberan las raíces. Este exudado es el alimento inicial que usan los hongos patógenos para infectar

la planta y muchos de estos hongos patógenos usan este exudado para encontrar las raíces que ellos infectan.

- El segundo tipo de protección del *Trichoderma sp.* se debe a que es un hongo antagonista, por lo que cualquier hongo patógeno que atraviesa el “Guante” protector es destruido y usándolo como alimento.
- El tercer tipo de protección es por exclusión. Esto es porque el *Trichoderma sp.*, ocupa todos los espacios cercanos a las raíces dando una barrera física y excluyendo de esa área a cualquier hongo patógeno que se encuentre en esos espacios.

<http://www.ec-organics.com> (2014), menciona a parte de su facilidad para colonizar las raíces de las plantas, *Trichoderma sp.* ha desarrollado mecanismos para atacar y parasitar a otros hongos y así, aprovechar una fuente nutricional adicional. Las forma de acción como *Trichoderma sp.* actúa son:

- Micoparasitismo: el desarrollo de las hifas de *Trichoderma sp.*, es directo hacia la hifas patógenas, mismas que sujeta, penetra y extrae los nutrientes provocando daños parciales en las zonas que permanecieron en contacto con el antagonista.
- Antibiosis: Libera compuestos antibióticos y compuestos enzimáticos extracelulares que inhiben el desarrollo de los hongos fitopatógenos.
- Competencia: por espacio y durante su establecimiento aprovecha todos los nutrientes disponibles.

#### **4. Control biológico de enfermedades**

Para <http://www.doctor-obregon.com> (2014), *Trichoderma sp.* es el enemigo natural de muchas enfermedades entre ellas, las que pertenecen a los géneros *Rhizoctonia*, *Mucor*, *Pythium*, *phytophthora*, *fusarium*, *Rhizopus*, *Botrytis*,

*Colletotrichum*, y muchos generos mas, además ayuda a reducir la incidencia de nematodos, controlando pudriciones de raíz, marchitamiento ahogamiento etc.

##### **5. Principales beneficios agrícolas del *Trichoderma sp***

La página <http://www.iabiotec.com> (2014), 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 *Trichoderma sp.* 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 *Trichoderma sp.* 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 *Trichoderma sp.* en las especies forrajeras 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 *Trichoderma sp.* produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas.

- 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 *Trichoderma sp.* 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 *Trichoderma sp.* garantiza la próxima cosecha.
- Las semillas tratadas con *Trichoderma sp.* protegen eficientemente las plántulas en el semillero sin necesidad de tratamiento del suelo previo a la siembra.

Santamaría, C. (2010), manifiesta que en la fase de trasplante de diversas especies se necesita mantener la postura sana en el vivero. El tratamiento de la radícula de las plántulas por 10 minutos en el biopreparado al 10% permite la transportación del bioagente al semillero que registra un efecto favorable cuando la incidencia en el suelo de patógenos fúngicos es reducida.

Muchos productores al recoger la cosecha, guardan semillas para la próxima siembra, y no les dan la suficiente cobertura de conservación, para que éstas conserven su potencial germinativo y productivo.

Esto trae como consecuencia que varias especies de hongos patógenos ataquen dichas semillas con relativa facilidad, logrando una significativa pérdida de sus cualidades botánicas y productivas.

Se ha demostrado que una protección con el *Trichoderma sp.* garantiza la próxima cosecha, ya que este hongo coloniza las semillas botánicas protegiendo las futuras plántulas en la fase post-emergente de patógenos fúngicos. Cepas de *Trichoderma sp.* son capaces de colonizar la superficie de la raíz y de la rizósfera a partir de las semillas tratadas y de las plantas adultas existentes en el suelo, 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.

Tocagni, H. (2011), infiere que las semillas agrícolas, tratadas con *Trichoderma sp.* protegen eficientemente las plántulas en el semillero sin necesidad de tratamiento del suelo previo a la siembra. El empleo de *Trichoderma sp.* por medio de las semillas es probablemente la forma más económica y extensiva para introducir el biocontrol en la producción, el método sencillamente consiste en tratar las semillas con una suspensión acuosa de esporas o en forma de polvo, con o sin necesidad de adherente.

El tratamiento de las semillas reduce los contaminantes externos como *Rhizopusstolonifer* y otras especies de hongos en cucurbitáceas, col, cebolla, rábano, remolacha, zanahoria, habichuela, tomate y pimiento entre otros; además incrementa el porcentaje de germinación y estimula el crecimiento. En las pruebas de protección de las semillas contra las infecciones post-emergentes se registraron coberturas elevadas por el antagonista que reducen a menos de 50 % las infecciones por *F. solani* y a un 3 % las de *R. solani* en comparación con un 90 % en el testigo.

Las semillas tratadas con *Trichoderma sp.* protegen eficientemente las plántulas en el semillero contra *R. solani* sin necesidad de tratamiento del suelo previo a la siembra.

- Protección directa a suelos y diferentes cultivos: Aunque la aplicación del biopreparado al suelo puede ser directa, la introducción de una enmienda orgánica en los canteros previa a la siembra favorecerá el establecimiento del bioagente y el desarrollo posterior de las plantas. *Trichoderma sp.* es capaz de proliferar en el suelo a partir de las semillas tratadas y colonizar el sustrato antes que desarrolle la raíz de las plantas asegurando su protección adecuada.

Cuando *Trichoderma sp.* es utilizado para el control de hongos del suelo, pueden mezclarse con materia orgánica y otras enmiendas utilizadas como biofertilizante, tal como se hace con inoculantes bacterianos usados como

fertilizantes ecológicos. La cachaza y la turba son soportes y vehículos eficientes para *Trichoderma sp.* donde puede permanecer viable por más de 30 días en condiciones ambientales sin que se altere la concentración inicial del inóculo.

Arcia, A. (2005), señala que el manejo de las plantas mediante la rotación de cultivos favorece al *Trichoderma sp.* a librar el suelo de los propágulos del fitopatógeno, vulnerables durante su latencia en ausencia del hospedante, por esta razón la utilización del biopreparado en los cultivos a rotar en las áreas altamente infectadas será una forma a contribuir en la reducción de la población del patógeno en un menor plazo de tiempo. Además la preparación adecuada del terreno, la mejor fecha de plantación, fertilización y riego actúan a favor de la combinación Planta- *Trichoderma sp.* asociadas.

La aplicación del *Trichoderma sp.* directa al suelo ofrece incluso una protección mayor a los cultivos. Cuando el *Trichoderma sp.* es utilizado para el control de hongos del suelo, pueden mezclarse con materia orgánica (estiércol, casting y biotierra) y otras enmiendas utilizadas como biofertilizante, tal como se hace con inoculantes bacterianos usados como fertilizantes ecológicos.

Se comprobó también que la cachaza y la turba son soportes y vehículos eficientes para *Trichoderma sp.* donde puede permanecer viable por más de 30 días en condiciones ambientales sin que se altere la concentración inicial del inóculo.

- Control sobre diferentes microorganismos fitopatógenos *Trichoderma sp.* siendo un microorganismo competitivo ofrece una protección biológica a la planta, destruye el inóculo patógeno presente y contribuye a prevenir su formación. *Trichoderma sp.* posee poderes antibióticos, los cuales actúan contra varios microorganismos fitopatógenos. Se comporta como saprófito en la rizósfera, siendo capaz de destruir residuos de plantas infectadas por patógenos.

Se considera que su acción es antagonista, siendo capaz de sacar el mejor provecho por su alta adaptación al medio y por competir por el sustrato y por espacio. *Trichoderma sp.* actúa por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabólicos anti fúngicos y enzimas hidrolíticas y mico parasitismo. *Trichoderma sp.* controla muy bien al hongo *Botrytis cinerea* (moho gris), el cual es un patógeno con un rango de hospedantes bastante amplio en diversos cultivos. Además de otro control ejercido por medio de sustancias nocivas al patógeno (antibiosis), producidas por el sustrato de materia orgánica empleada.

- El *Trichoderma sp.* como agente para la biodegradación de agro tóxicos: El género *Trichoderma sp.* puede degradar pesticidas organoclorados, clorofenoles, y otros insecticidas como endosulfán, pentacloronitrobenzeno, aldrin y dieldrin, herbicidas como trifluralin y glifosato. Este hongo posee enzimas tales como celulasas, hemicelulasas y xylanases que ayudan a la degradación inicial del material vegetal y por último enzimas de mayor especialización que contribuyen a la simplificación de moléculas complejas como son las de biopesticidas. Se han realizado experimentos donde se ha comprobado que la aplicación del *Trichoderma sp.* degrada algunos grupos de pesticidas de alta persistencia en el ambiente. Esto abre las puertas hacia la descontaminación de extensas áreas de suelos que se han contaminado por el uso irracional e indiscriminado de pesticidas de un alto efecto residual, causantes de grandes daños para la salud animal y humana.
- El *Trichoderma sp.* posee resistencia innata a la mayoría de los agroquímicos, incluyendo a los fungicidas. Sin embargo, el nivel de resistencia difiere entre cepas. Algunas líneas han sido seleccionadas o modificadas para ser resistentes a agroquímicos específicos. La mayoría de productores de cepas de este hongo destinadas a control biológico poseen información relacionada con la susceptibilidad o resistencia a un amplio rango de agroquímicos. Esto con el fin de que estos aislamientos sean compatibles con métodos de control aplicados, los cuales incluyen control químico.

- El *Trichoderma sp.* como alternativa para el ahorro de fertilizantes químicos y pesticidas Investigaciones recientes han demostrado que la aplicación del *Trichoderma sp.* en el cultivo del maíz y cuyas raíces han sido colonizadas por dicho microorganismo, requieren menos fertilizante nitrogenado, que el maíz no tratado; lo cual implica un ahorro del 35 al 40% de fertilizante. Conociendo que dicho cultivo demanda mucho Nitrógeno, existe la posibilidad real que las aplicaciones de nitrógeno químico, sean disminuidas, disminuyendo así los costos de aplicación y una mejora apreciable del medio ambiente. El empleo del *Trichoderma sp.* puede beneficiar a los productores agrícolas en sus propósitos de lograr cosechas más sanas y con mayor productividad.
- Está comprobado el efecto que hace *Trichoderma sp.* en la solubilización de los fosfatos insolubles del suelo, facilitando su asimilación por los cultivos. *Trichoderma sp.* forma asociaciones con Micorrizas, aumentando de manera significativa la rizósfera del suelo, permitiéndole a las plantas hacer una mayor extracción de nutrientes y con un alto grado de asimilación. Se ha demostrado también que el *Trichoderma sp.* es compatible con el biofertilizante a base de *Azotobacterchroococcum*, una bacteria que fija Nitrógeno en el suelo; por lo que se establecen relaciones de ayuda mutua, con el consiguiente beneficio para la nutrición de los cultivos. *Trichoderma sp.* y su empleo en sustratos bajo condiciones de hidropónico y zeopónicos.
- El empleo del *Trichoderma sp.* en cultivos de hidropónicos; ha demostrado otra de las aplicaciones y usos de este microorganismo para la agricultura, todo lo cual puede ser válido también para los zeopónicos. Debido a las propiedades de la zeolita para el intercambio, la adsorción, la absorción y el almacenamiento de nutrientes, así como la capacidad que pudiera tener de dejarse colonizar por dicho microorganismo, o al menos permanecer éste, por un tiempo más prolongado en la zeolita, que en otros sustratos minerales (roca basáltica - gravas - piedra pómez, etc.). La combinación semillas - sustrato redujo la incidencia del damping-off en condiciones de hidropónico a menos de 5 % mientras que en el área testigo el nivel de plantas de tomate muertas fue superior al 70 %. Esto es un resultado muy interesante y abre muchas

perspectivas para la producción en éstas condiciones, tanto para el campo como para la ciudad.

## 6. Especies

### a. *Trichoderma harzianum*

Según <http://.fao-sict.un.com> (2008), *Trichoderma harzianum* es un hongo micoparasítico. Este hongo crece y se ramifica en típicas hifas que pueden oscilar entre 3 a 12  $\mu\text{m}$  de diámetro, según las condiciones del sitio en donde se esté reproduciendo. La esporulación asexual ocurre en conidios unicelulares de color verde generalmente tienen 3 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Para <http://.teorema.com> (2008), *Trichoderma harzianum* es eficaz contra diversos organismos; tanto en el suelo contra pudriciones de raíces como *Armillaria*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, enfermedades que se presentan en numerosas especies tanto anuales como perennes; o bien, contra enfermedades de órganos aéreos como *Botritis* o *Stereum*. Se han estudiado cuatro modos de acción de esta especie de hongo: la competencia por nutrimentos, la antibiosis, el micoparasitismo y la estimulación de defensas de la planta.

<http://www.iabiotec.com> (2014), manifiesta que el *Trichoderma harzianum* es un hongo antagonista de patógenos vegetales, y se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Su crecimiento se ve favorecido por la presencia de raíces de plantas, a las cuales coloniza rápidamente. Algunas cepas, son capaces de colonizar y crecer en las raíces a medida que éstas se desarrollan. Su aplicación, una vez formulado el producto, es fácil, pues puede añadirse directamente a las semillas o al suelo, semilleros, trasplantes, bandejas y plantas de maceta, empleando cualquier método.

Como mecanismo de acción el *Trichoderma harzianum* al ser aplicado a las raíces, forma una capa protectora, haciendo una simbiosis, el hongo se alimenta

de los exudados de las raíces y las raíces son protegidas por el hongo y al mismo tiempo reduce o elimina las fuentes de alimento del patógeno.

El *Trichoderma harzianum* actúa como una barrera para prevenir la entrada de patógenos a las raíces. Tienen una acción de hiperparasitismo, que es la acción del microorganismo que parasita a otro organismo de su misma naturaleza, es decir, lo utiliza como alimento y los destruye. Compiten por espacio y nutrientes.

### 1). **Ventajas de *Trichoderma harzianum***

- Protege las raíces de enfermedades causadas por *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* y permite el crecimiento de raíces más fuertes y por lo tanto, sistemas radiculares más sanos.
- Aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico.
- No requiere equipamiento especial para su aplicación.
- Compatible con inoculantes de leguminosas y posibilidad de aplicar a semillas que han sufrido un tratamiento fungicida químico.
- Disminuyen y en algunos casos eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costos y reduciendo el uso de fertilizantes, pues las plantas tienen más raíces y los utilizan mejor (IABIOTEC, 2008).

### **b. *Trichoderma viride***

<http://www.neemproducts.com> (2008), manifiesta que es un organismo antagonista de hongos presentes en el suelo y es altamente efectiva para el control de las semillas y el suelo de enfermedades transmitidas por mayoría de los cultivos de importancia económica, especialmente legumbres y semillas oleaginosas.

### 1) **Ventajas de *Trichoderma viride***

Controla enfermedades causada por *Rhizoctonia solani* y *Fusarium spp.* es un

arma muy importante contra las enfermedades como la pudrición de raíz, las enfermedades de plántulas, pudrición carbonosa, marchitamiento, amortiguación frente, collar de pudrición, etc. (NEEMPRODUCTS, 2008).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo investigativo se desarrolló en la Estación Experimental Tunshi, perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en el kilómetro 12 de la vía Riobamba Licto, Provincia de Chimborazo, con una longitud de 79° 40´ Oeste, una longitud de 0.1° 65´ Sur y una altitud de 2750 m.s.n.m.

El tiempo de duración de la investigación fue de 120 días, los cuales fueron distribuidos conforme a las necesidades de tiempo para cada actividad a partir del establecimiento de las especies, cortes de igualación y toma de datos. Las condiciones meteorológicas de la Estación Experimental Tunshi, se detallan a continuación (cuadro 1).

Cuadro 1. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.

PARÁMETROS	VALORES PROMEDIO
Temperatura °C	13,10
Precipitación, mm/año	558,60
Humedad relativa, %	71,00

Fuente: Estación Agro meteorológica, Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH, (2013).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

La investigación estuvo constituida por 16 unidades experimentales (parcelas), cuyas dimensiones son de 20m<sup>2</sup> (5x4 m, en parcela neta útil), cada tratamiento contó con 4 repeticiones, dando una superficie total de 320 m<sup>2</sup>.

## C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

### 1. Materiales

- Estacas.
- Costales.
- Guantes.
- Tablas.
- Piola.
- Tanque 20 litros.
- Alambre de púas.
- Grapas.
- Letreros de identificación.
- Funda de papel.
- Fundas plásticas.
- Cinta adhesiva para identificación.
- Flexómetro.
- Cuadrante de 1 m<sup>2</sup>.
- Pingos.
- Martillo.
- Hoz.
- Azadas.
- Rastrillo.
- Sierra de madera.

### 2. Equipos

- Balanza romana de 150 kg.
- Geringa de 20 ml.
- Cámara fotográfica.
- Computadora.
- Bomba de Mochila.

### 3. Insumos

- Hongos *Trichoderma sp.*
- Humus.

### D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente ensayo experimental se evaluó el efecto de tres dosis de *Trichoderma sp.* (1, 2, 3 l/Ha), más una base estándar de Humus (6 Tn/Ha) en la producción primaria forrajera de alfalfa (*Medicago sativa*), considerándose para el desarrollo 16 unidades experimentales las mismas que tuvieron una dimensión de 20m<sup>2</sup> cada una. La distribución de los tratamientos se realizó mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar, cuyo modelo lineal aditivo es:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta de los tratamientos

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto de los tratamientos i.

$B_j$  = Efecto del bloque j.

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

#### 1. Esquema del Experimento

El esquema del experimento se planteó de la siguiente manera (cuadro 2).

Cuadro 2. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	T.U.E m <sup>2</sup>	Repet.	Total área m <sup>2</sup>
Testigo + 6 Tn Humus	T0	20	4	80
1l/Ha + 6 Tn Humus	T1	20	4	80
2 l/Ha + 6 Tn Humus	T2	20	4	80
3 l/Ha + 6 Tn Humus	T3	20	4	80
TOTAL				320

T. U. E. = Tamaño de la unidad experimental.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Análisis del suelo antes y después del ensayo.
- Altura de la planta, cm.
- Porcentaje de cobertura basal, %.
- Número de hojas/tallo, N°.
- Número de tallos por planta, N°.
- Producción de forraje en materia verde, Tn.FV/Ha/corte.
- Producción de forraje en materia seca, Tn.MS/Ha/corte.
- Análisis bromatológico.
- Análisis económico.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes técnicas estadísticas.

- Análisis de Varianza.
- Separación de medias según Tukey a un nivel de significancia  $p \leq 0.05$ .
- Análisis de regresión y correlación.

### 1. Esquema del ADEVA

El esquema del análisis de varianza utilizado en esta investigación se presenta

en el (cuadro 3).

Cuadro 3. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

Fuente de variación	Grados de Libertad
Total	15
Tratamientos	3
Bloques	3
Error	9

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Descripción del experimento

- La investigación propuesta se desarrolló en un cultivo ya establecido de *Medicago sativa* (Alfalfa), en los lotes agrícolas de la Estación Experimental Tunshi de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, se efectuó el análisis químico del suelo antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos.
- Se realizó el corte de igualación de la alfalfa a unos 5 cm, para que el nuevo rebrote resulte homogéneo y establecer el estudio de campo, a continuación se preparó el terreno, para lo cual se determinó el área a utilizar y se delimitó cada una de las parcelas de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.
- Las labores culturales se realizaron de igual manera para todos los tratamientos y consistió generalmente en el control de malezas y el riego de acuerdo a las condiciones ambientales.
- Se aplicó basalmente a la alfalfa los 3 niveles de hongos *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en proporciones de 1 l /Ha + 6 Tn Humus para el tratamiento T1, 2 l /Ha + 6 Tn Humus para el tratamiento T2 y 3 l /Ha + 6 Tn

Humus para el tratamiento T3 y se los comparará con el tratamiento testigo (0 l/Ha + 6 Tn Humus).

- Se procedió a la toma de las mediciones experimentales; como altura de la planta, porcentaje de cobertura basal así como también el número de hojas por tallo y el número de tallos por planta.
- Una vez que la planta llegó a su desarrollo se determinó la producción de forraje tanto en materia verde como en seca.
- Finalmente se realizó el análisis bromatológico del forraje.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Cobertura basal días (%)**

Para determinar la cobertura basal se utilizó el método de la línea de Canfield, que es 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. Altura de la planta (cm.)**

Consistió en la medición de la altura de la planta, expresada en (cm). Tomando la misma desde la superficie del suelo, hasta la media terminal de la hoja más alta.

### **3. Número de tallos por planta, (tallos/planta)**

Para evaluar esta variable se seleccionaron 10 plantas al azar de los surcos intermedios y se procedió a contar los tallos por planta para cada tratamiento y se calculó sus respectivos promedios.

#### **4. Número de hojas por tallo (hojas/tallo)**

Se realizó una cuantificación al azar en 10 tallos (número de hojas/tallo) de plantas intermedias para sacar un promedio general de la parcela y eliminar el efecto del borde.

#### **5. Producción de forraje en materia verde (Tn /Ha/corte)**

La producción de forraje se determinó por el método del cuadrante que consistió en el lanzamiento de un cuadrante con una área de 1 m<sup>2</sup> posteriormente se cortó y pesó el forraje contenido dentro de este.

#### **6. Producción de forraje en materia seca (Tn /Ha/corte)**

Para la producción de materia seca se tomó una muestra de forraje verde, la cual se pesó y se llevó a la estufa y por diferencias de peso se calculó el % de M.S y se expresó en Tn/Ha/corte.

#### **7. Análisis Bromatológico**

La determinación de Humedad, Cenizas, Fibra, Proteína Bruta y Extracto Etéreo se lo efectuó, cuando la planta alcanzo el estado fenológico de prefloración, y se envió una muestra al laboratorio de Agrocalidad.

#### **8. Análisis del suelo antes y después del ensayo**

Esta variable se analizó recorriendo las parcelas al azar en forma de zig-zag dando cada 15 o 30 pasos, con ayuda del barreno tomamos una submuestra, limpiando la superficie del terreno y depositándola en un balde. Las submuestras fueron tomadas entre 20 y 30 cm de profundidad. Luego de tener todas las submuestras en el balde se mezclan homogéneamente y se tomó 1 kg aproximadamente.

Cantidad de muestra requerida para el análisis de laboratorio.

## 9. Evaluación Económica

El cálculo del análisis económico se determinó mediante el indicador económico Beneficio/Costo a través de la siguiente expresión:

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

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL *Medicago sativa* BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS EN EL PRIMER CORTE**

###### **1. Altura de la planta, (cm)**

Al evaluar la altura de la planta en la alfalfa, bajo el efecto de diferentes niveles *Trichoderma sp.*, se reportan que no existieron diferencias estadísticas ( $P \geq 0,05$ ), donde de carácter numérico las mejores respuestas se presentaron al aplicar 3 l/Ha + 6 Tn Humus, con 41,28 cm, seguidos de los tratamientos control y T2 con 39,21 y 38,02 cm respectivamente, sin que difieran estadísticamente entre ellos (cuadro 4), en tanto que las menores alturas se presentaron al aplicar 1l/Ha + 6 Tn Humus con 37,34 cm (cuadro 4).

A partir de los resultados presentados puede deducirse que la *Trichoderma sp.* al ser utilizada en altas dosis beneficia la altura de la alfalfa, lo que se debe a lo indicado en <http://www.heniheny.com> (2009), manifiesta que la *Tricoderma sp.* actúa como biofertilizante por su alto contenido de bacterias productoras de hormonas de crecimiento (giberelinas, citoquininas), estimulan el crecimiento vigoroso del sistema radicular en la germinación de plántulas, logrando que la alfalfa por medio de la simbiosis influye sobre el metabolismo de la planta de forma tal que aumenta tanto su cantidad de N como su productividad, lo que influye directamente en la altura.

Según Diannelis, C. et al. (2004), manifiesta que la altura de la alfalfa fue de 77 cm al utilizar microelementos. Estos resultados son superiores a los alcanzados en la presente investigación.

Aragadvay, R. (2010), al utilizar una dosis de 500 g/Ha de *Rhizobiun meliloti* se reportó una altura de 40,38 cm, mientras que la utilización de 750 g/Ha alcanzó a 38,62 cm, valores que se encuentra dentro del rango de alturas obtenidas en el presente ensayo experimental.

Cuadro 4. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL *Medicago sativa* BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS EN EL PRIMER CORTE.

VARIABLE	DOSIS DE TRICHODERMA MAS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS				EE	Prob
	0l/Ha + 6 Tn	1l/Ha + 6 Tn	2 l/Ha + 6 Tn	3 l/Ha + 6 Tn		
	Humus	Humus	Humus	Humus		
	T0	T1	T2	T3		
Altura	39,21 a	37,34 a	38,02 a	41,28 a	3,23	0,835
Cobertura basal 15 días (%)	21,28 a	19,02 b	19,72 ab	21,84 a	0,48	0,0083
Cobertura basal 30 días (%)	23,33 ab	18,36 c	22,44 b	25,19 a	0,61	0,0002
Cobertura basal 40 días (%)	25,48 b	25,46 b	25,96 ab	28,88 ab	0,66	0,015
Número de tallos/planta (u)	19,45 a	18,03 a	16,48 a	16,38 a	1,44	0,4277
Número de hojas/tallo (u)	71,05 a	76,50 a	65,95 a	75,45 a	5,66	0,5635
P. forraje verde (Tn/ha/corte)	10,51 a	10,34 a	11,61 a	10,74 a	0,87	0,7468
P. materia seca (Tn/ha/corte)	2,39 a	2,51 a	2,78 a	2,56 a	0,87	0,7468

P= producción

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

## 2. Cobertura basal, (%)

La cobertura basal como respuesta a la aplicación de diferentes niveles de *Trichoderma sp.* a los 15 días registró diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), la utilización de 3 l/Ha + 6 Tn Humus (T3), registró la respuesta más eficiente con 21,84%, seguidos y sin diferir estadísticamente de las parcelas del grupo control que presentaron el 21,28%, mientras que los tratamientos T2 (2 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus) y T1 (2 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus) alcanzaron el 19,72 y 19,02 % de cobertura basal y que corresponden a las respuestas más bajas del experimento (gráfico 1).

Transcurridos 30 días del corte de igualación y de la aplicación del biofertilizante en el primer corte, la alfalfa registró diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ) alcanzando el mayor porcentaje de cobertura basal con el tratamiento T3 que registro 25,19% mientras que las parcelas del tratamiento T1 se obtuvo el menor porcentaje de cobertura basal (18,36%), tal como se observa en el (gráfico 2).

En el (grafico 3), se observa que a los 40 días, la cobertura basal de la alfalfa bajo el efecto de *Trichoderma sp.* más Humus, registró diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), pudiendo manifestar que la utilización de 3 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus, el cultivo de alfalfa presentó 28,88%, mientras que con el tratamiento T1 (1l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus) se obtuvo el 25,46% de cobertura basal.

En resumen se observa que los mejores porcentajes de cobertura basal se registró con los mayores niveles de biofertilizante (3 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus), lo que se explica a lo descrito en <http://www.iabiotec.com> (2009), el uso de *Tricoderma sp.* protege las raíces de enfermedades causadas por *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* y permite el crecimiento de raíces más fuertes y por lo tanto, sistemas radiculares más sanos, aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico.

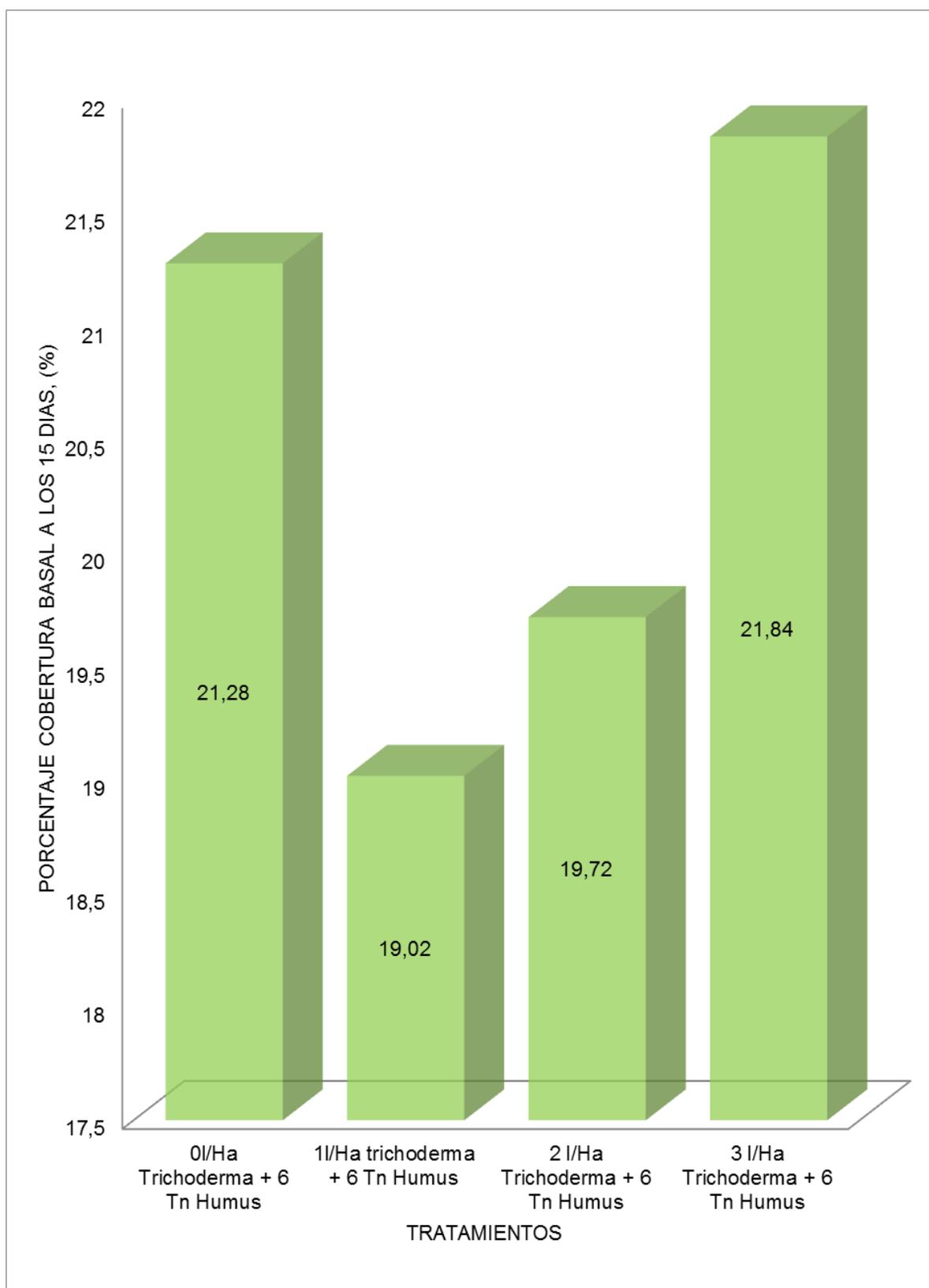


Gráfico 1. Cobertura basal a los 15 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp* más una base estándar de Humus en el primer corte.

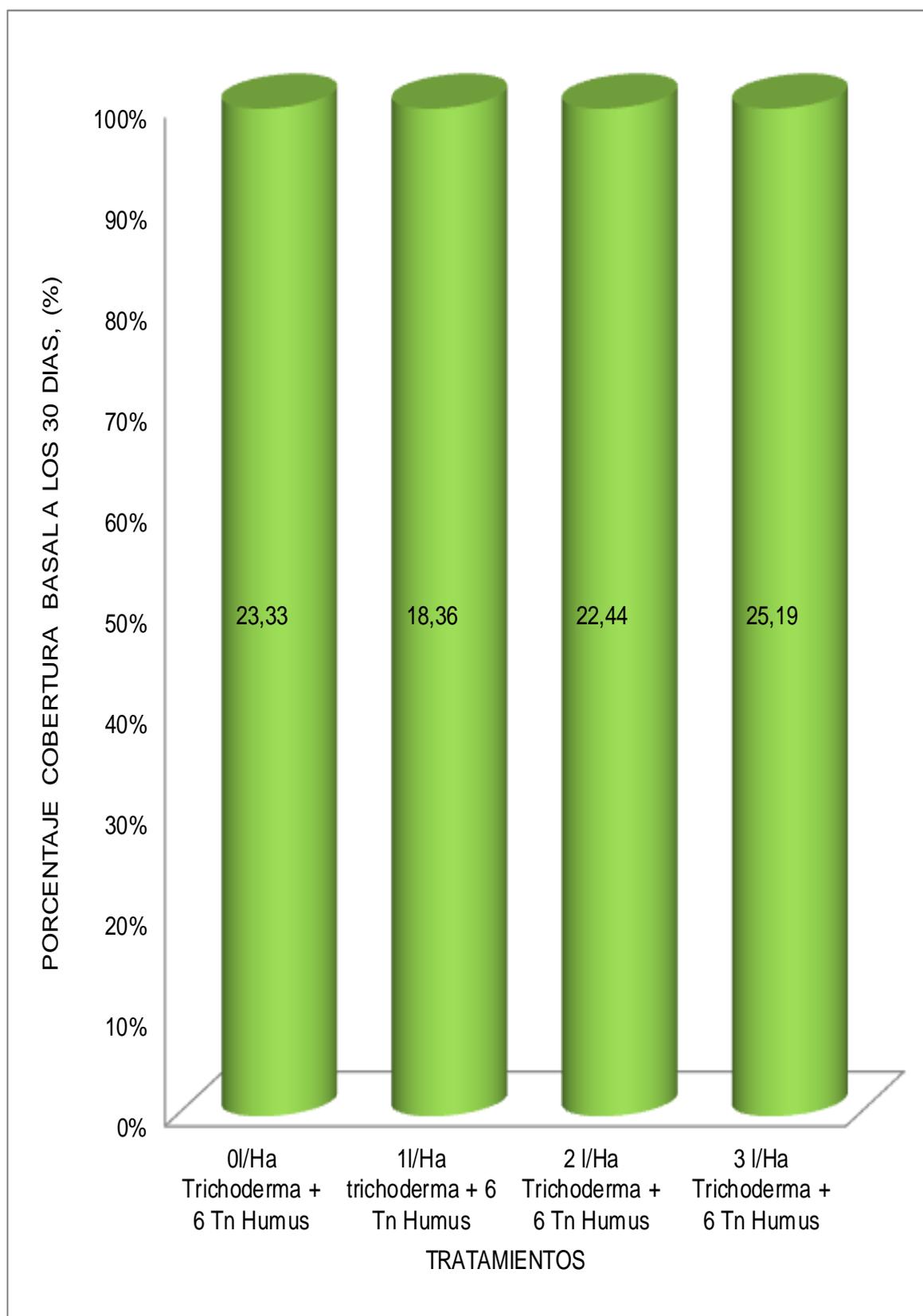


Gráfico 2. Cobertura basal a los 30 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp* más una base estándar de Humus en el primer corte.

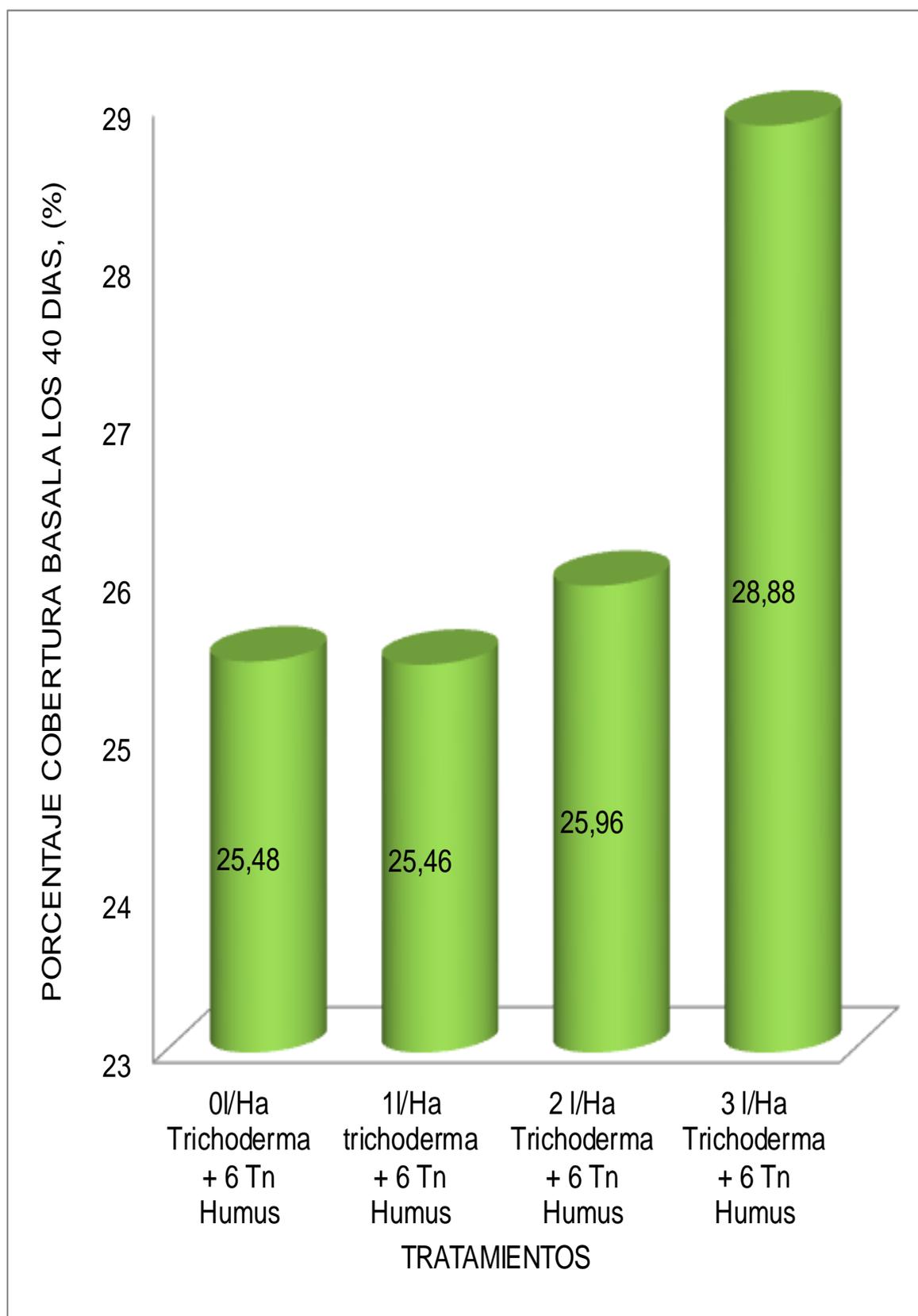


Gráfico 3. Cobertura basal a los 40 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus en el primer corte.

Aragadvay, R. (2010), en las evaluaciones de *Rhizobium meliloti* 250 g/Ha más 20 Tn/Ha de estiércol de cuy obtiene una cobertura basal a los 45 días de 10,92 %, Chávez, E. (2010), en la fertilización de enraizador de 300 l/Ha más 5 Tn/ Humus señala una cobertura basal de 24,55 %, Herrera, N. (2009), reporta al evaluar las características productivas de la alfalfa *Medicago sativa* mediante la utilización de diferentes densidades de colmenas como agentes polinizadores para la producción de semillas en Pungal Grande Bajo registró 24,32 % de cobertura basal, Bayas, A. (2003), el cual obtuvo una cobertura basal de 19,65 % al fertilizar la alfalfa *Medicago sativa* con biosol en prefloración, mientras Escalante, M. (1995), al sembrar la alfalfa *Medicago sativa* a una distancia de 60 cm consigue una cobertura basal de 17,27% en la época de prefloración, estos valores citados son inferiores al investigado en este estudio, esto quizá se deba al tipo de insumo utilizado ya que las plantas responde de distinta manera de acuerdo a las formas de fertilización y al uso de abonos o fertilizantes.

Mediante el análisis de regresión que se ilustra en el (gráfico 4), se estableció una tendencia lineal positiva altamente significativa, en la que se determina que partiendo de un intercepto de 24,83%, el porcentaje de cobertura basal se eleva en 1,07 por cada unidad de cambio en el nivel de *Trichoderma sp.* Aplicado a la alfalfa, existiendo además una correlación y relación de 0,68 y 47,35% entre las variables interrelacionadas. La ecuación de regresión fue la siguiente:

$$\text{Cobertura basal a los 40 días} = 24,835 + 1,0708 (\text{NT})$$

### **3. Número de tallos por planta, (u)**

En el análisis de varianza del número de tallos por planta, en el primer corte de un cultivo de alfalfa, no se encontraron diferencias estadísticas, ( $P > 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos por efecto de la aplicación de los diferentes niveles de *Trichoderma sp.* más Humus; sin embargo de carácter numérico se observa cierta superioridad en las parcelas del grupo control ya que las medias fueron de 19,45 tallos; a continuación en una escala de mayor a menor se ubican los tratamientos T1, T2 y T3 con valores de 18,03, 16,48 y 16,38 tallos por planta.

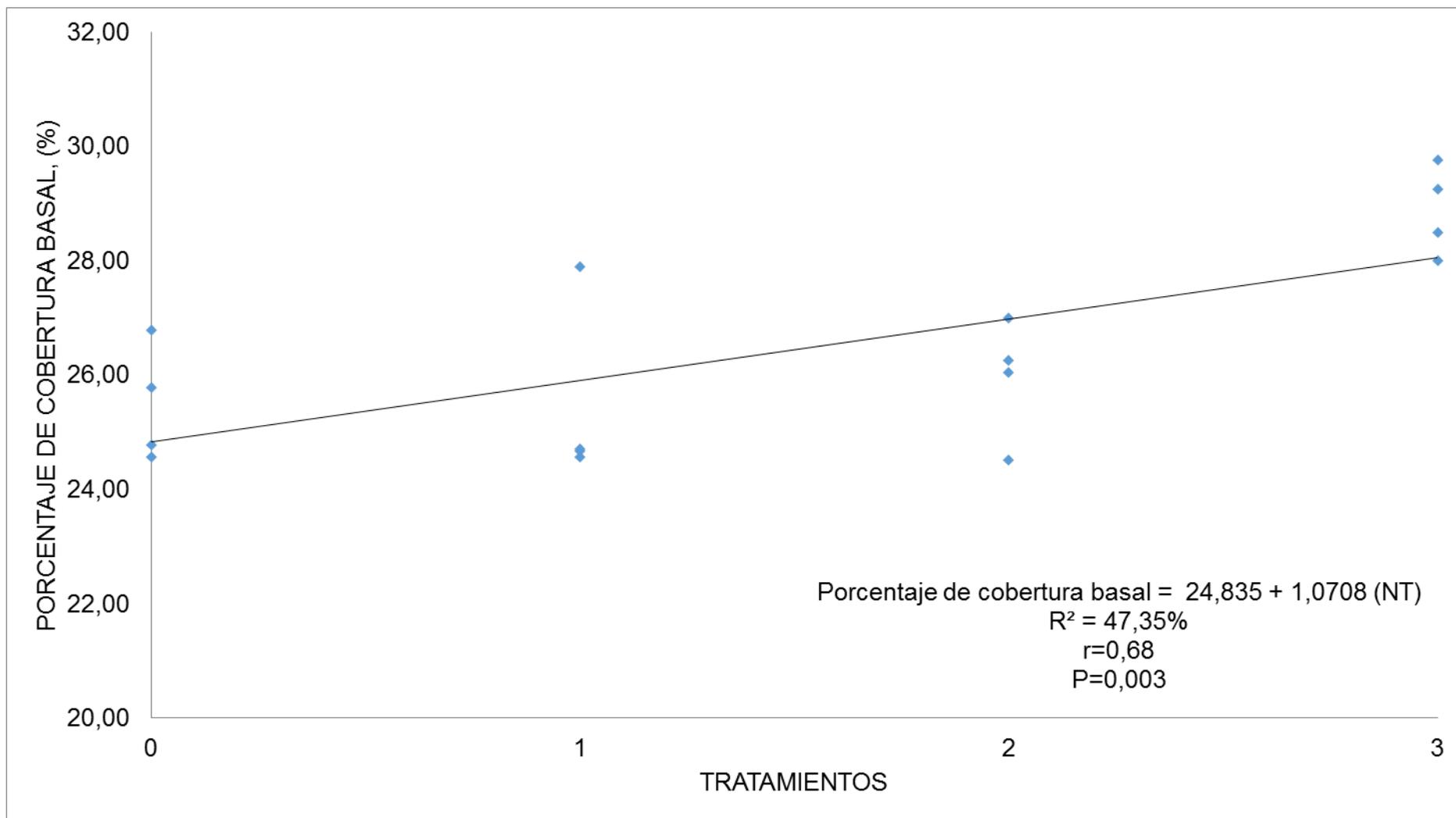


Gráfico 4. Regresión de la cobertura basal de la alfalfa a los 40 días, por efecto de diferentes niveles de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus en el primer corte.

Comparando con otros autores como Chávez, E. (2010), al utilizar 400 l/Ha de enraizador más 5 Tn/Ha de humus logro 17,22 tallos/planta, Bayas, A. (2003), consiguió 9,30 tallos/planta al administrar biosol en el primer corte de la alfalfa *Medicago sativa*, estos valores resultan inferiores en relación a los investigados.

Herrera, N. (2009), señala el número de tallos florales en la alfalfa *Medicago sativa* en la producción de semilla y con una densidad de 12 Tn/Ha en Pulgal Grande Bajo es de 31,25 tallos/planta, Aragadvay, R. (2010), en la aplicación de un biofertilizante a base de *Rhizobium meliloti* de 250 g /Ha más 20 Tn/Ha de estiércol de cuy obtiene 26,25 tallos/planta a los 45 días, Cordovez, M. (2010), al emplear 7 Tn/Ha de bokashi determina 21,78 tallos/planta, como se puede estos valores son superiores a los de la investigación posiblemente a que conforme aumenta la edad de la planta existe el rebrote de nuevos tallos, existiendo hasta más de 25 tallos/planta que nacen de una corona leñosa.

#### **4. Número de hojas por tallo, (u)**

En el análisis del número de hojas/tallo de la alfalfa como efecto de la aplicación de diferentes niveles de *Trichoderma sp.* no registró diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ), a pesar de ello se puede manifestar que la utilización del tratamiento T1 permitió observar 76,50 hojas por tallo, seguidos del tratamiento T3 con 75,45 hojas/tallo a continuación se ubica el grupo control con un valor de 71,05 hojas/talos mientras que el resultado más bajo se evidencio en las parcelas fertilizadas con el tratamiento T2 ya que presentaron medias de 65,95 hojas/tallo.

León, C. (2015), por efecto del nivel de *Trichoderma sp.* aplicado a la alfalfa, registrándose que las respuestas más eficientes se alcanzaron con la aplicación de 7,5 cc/l (T3), con 11,58 hojas/tallo, valor que resulta inferior los reportados en la presente investigación por un margen bastante amplio, debidamente a que en la misma a más de la aplicación de *Trichoderma sp.* se potencializo con una base estándar de humus (6 Tn), lo que favoreció a que exista un mayor número de hojas por tallo.

## **5. Producción de forraje verde, (Tn/Ha/corte)**

Al analizar la producción de forraje verde de la alfalfa en el primer corte como efecto de diferentes niveles de *Trichoderma sp.* no registro diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ) entre las medias de los tratamientos, sin embargo de carácter numérico la producción de forraje verde resulto mayor en las parcelas fertilizadas con el tratamiento T2 con 11,61 Tn/Ha/corte, seguidas de los tratamientos T3 y T0 con 10,74 y 10,51 respectivamente y en su orden, finalmente se encuentra el tratamiento T1 con 10,34 Tn/Ha/corte que fueron las respuestas más bajas de a investigación.

<http://www.produccion-animal.com> (2010), en la investigación de la alfalfa *Medicago sativa* al fertilizar con superfosfato triple de calcio anualmente, a razón de 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha reporta una producción de forraje verde de 14,32 Tn/Ha/corte, Bayas, A. (2003), empleando biosol en el primer corte en la etapa de prefloración reporta producciones de 8,16 Tn/Ha/corte, producciones que resultan superiores al presente ensayo.

Heredia, A. (2011), en la producción de forraje verde del *Medicago sativa*, en respuesta a la fertilización con diferentes niveles de abono orgánico bovino y micorrizas, determinó diferencias estadísticas, reportando la mayor producción de forraje verde correspondiente al tratamiento M3AB3 (4,5 kg /ha de Micorrizas y 20 Tn/Ha de Abono Orgánico Bovino), con 12,11 Tn/Ha, valor que se supera levemente a los obtenidos en esta investigación.

## **6. Producción de materia seca, (Tn/Ha/corte)**

Las medias de la producción de materia seca del *Medicago Sativa*, no presentan diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ), entre tratamientos por efecto de la acción de los diferentes niveles de *Trichoderma sp.* empleados, numéricamente la aplicación de estos mejoran la producción de materia seca, por cuanto las plantas del tratamiento T2 (2 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus), registraron la mayor producción de la investigación y que fue de 2,48 Tn/Ha/corte, mientras tanto que resultados intermedios fueron registrados en las parcelas fertilizadas con los

tratamientos T3 y T1 ya que las medias fueron de 2,56 y 2,51 Tn/Ha/corte respectivamente, en tanto que las respuestas más bajas se reflejaron en las parcelas del grupo control presentando medias de 2,39 Tn/Ha/corte de materia seca, es decir que los niveles más altos de *Trichoderma sp.* elevan la producción de materia seca de la alfalfa.

Al comparar los resultados obtenidos con el trabajo de Aragadvay, R. (2010), quien con el empleo de diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloti* más la adición de estiércol de cuy en la producción de *Medicago sativa*, obtuvo producciones de 1,70 Tn/Ha/corte, Chávez, E. (2010), al producir con 400 l/Ha, de enraizador más 5 Tn/Ha de humus reporta 1,89 Tn/Ha/corte, Garcés E. (2011), al aplicar 5 Tn/Ha de abono orgánico sólido potencializado con *Trichoderma sp.* en la producción forrajera de la alfalfa registró una producción de materia seca de 2,55 Tn/Ha/corte, valores que resultan inferiores a los señalados en la presente investigación.

## **B. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL *Medicago sativa* BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS EN EL SEGUNDO CORTE.**

### **1. Altura de la planta, (cm)**

La altura de la alfalfa (*Medicago sativa*) en el segundo corte, no presento diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos por efecto de los diferentes niveles de *Trichoderma sp.* adicionando una base estándar de humus, a pesar de ello se puede manifestar que con el tratamiento T3 numéricamente se obtuvo la mejor altura ya que las medias fueron de 47,41 cm en relación a los reportes de las parcelas del tratamiento T2 que reporto la altura más baja ya que las medias fueron de 42,51 cm; mientras tanto que en las parcelas de los tratamientos T0 y T1 se evidencia una altura media de 45,13 y 43,27 cm respectivamente y en su orden, infiriendo que al no existir diferencias estadísticas el efecto del *Trichoderma sp.* únicamente es de carácter numérico demostrando los valores más altos a la incorporación de mayores niveles de este biofertilizante (3 l/Ha), (cuadro 5).

Cuadro 5. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL *Medicago sativa* BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS UNA BASE ESTANDAR DE HUMUS EN EL SEGUNDO CORTE.

VARIABLE	DOSIS DE TRICHODERMA MAS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS					
	0 l/Ha + 6 Tn	1 l/Ha + 6 Tn	2 l/Ha + 6 Tn	3 l/Ha .+ 6 Tn	EE	Prob
	Humus	Humus	Humus	Humus		
	T0	T1	T2	T3		
Altura (cm)	45,13 a	43,27 a	42,51 a	47,41 a	1,93	0,3408
Cobertura basal 15 días (%)	27,13 c	35,78 ab	33,64 b	37,02 ab	0,52	<0,0001
Cobertura basal 30 días (%)	32,25 c	36,87 b	38,51 ab	40,33 a	0,52	<0,0001
Cobertura basal 40 días (%)	33,89 c	39,84 b	40,69 b	44,66 a	0,65	<0,0001
Número de tallos/planta (u)	19,90 a	20,53 a	18,55 a	21,65 a	1,35	0,4736
Número de hojas/tallo (u)	87,80 a	93,20 a	86,15 a	91,05 a	6,58	0,8716
P. forraje verde (Tn/Ha/corte)	13,29 a	12,16 a	13,51 a	13,35 a	0,82	0,6501
P. materia seca (Tn/Ha/corte)	3,23 ab	2,83 b	3,71 a	3,01 ab	0,19	0,0511

P= Producción

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

El enunciado anterior se sustenta en la apreciaciones de Shakeri y Foster (2007) quienes aseguraron que *Trichoderma sp.* puede realizar su acción biocontroladora mediante mecanismos que comprenden la antibiosis, el micoparasitismo y la competencia por nutrientes, con lo que se modifican las condiciones ambientales al promover el crecimiento de las plantas, lo que se traduce en el aumento de la altura de las mismas.

Cordovez, M. (2009), reporto la mayor altura del *Medicago sativa*, en el segundo corte con la aplicación del biofertilizante a los 5 días post corte ya que las medias fueron de 90,26 cm, Andrade, J. (2010), en su investigación señala que alcanzó una altura promedio de 56,62 cm en el segundo corte, al aplicar varios fertilizantes a un cultivo establecido de alfalfa. Resultados que al ser comparados con los reportes de la presente investigación son inferiores a los de los mencionados autores.

## **2. Cobertura basal, (%)**

En el (gráfico 5) se ilustra la Cobertura basal del *Medicago sativa*, que registro diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos bajo el efecto de los diferentes niveles de *Trichoderma sp.* más Humus, así la cobertura basal del tratamiento T3 con 37,02% supero a los promedios de cobertura determinados en los demás tratamientos, seguidamente y sin diferir estadísticamente se ubicó el promedio determinado en el tratamiento T1 con una cobertura 35,78%, posteriormente se halla el tratamiento T2 con 33,64%, finalmente con el menor promedio se ubicó el tratamiento control, el mismo que difiere del resto de tratamientos con una media de 27,13% de cobertura basal.

Transcurrido 30 días del corte de igualación y de la aplicación del biofertilizante en el segundo corte (gráfico 6), la alfalfa registró diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ) alcanzando el mayor porcentaje de cobertura basal con el tratamiento T3 que registro un porcentaje de 40,33, respuestas medias originaron lo tratamientos T2 y T1 con medias de 38,51 y 36,87 %, mientras que las parcelas del grupo control se evidencio la menor respuesta de esta variable en todo el experimento y que a más de ello difiere estadísticamente del resto de

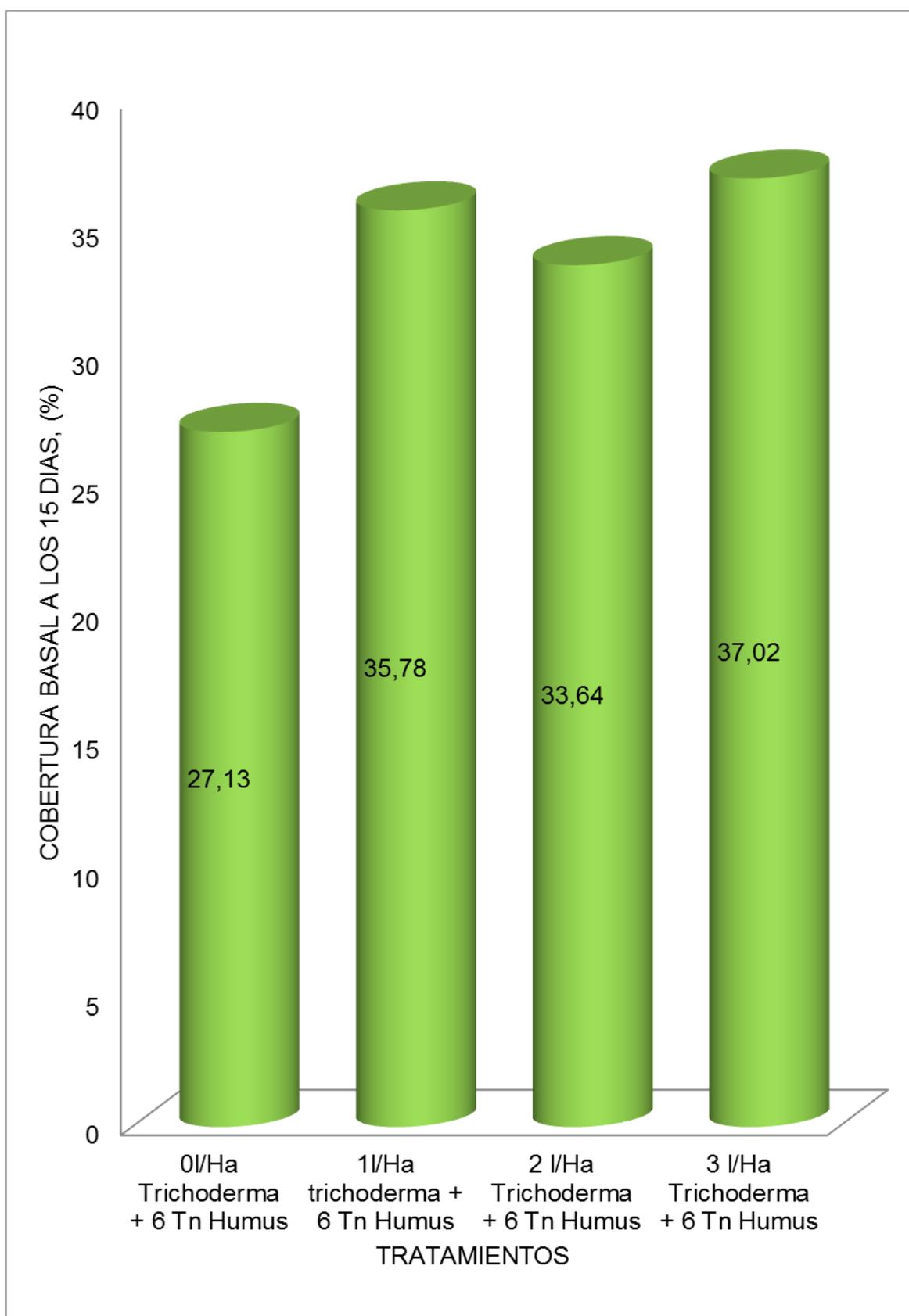


Gráfico 5. Cobertura basa a los 15 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

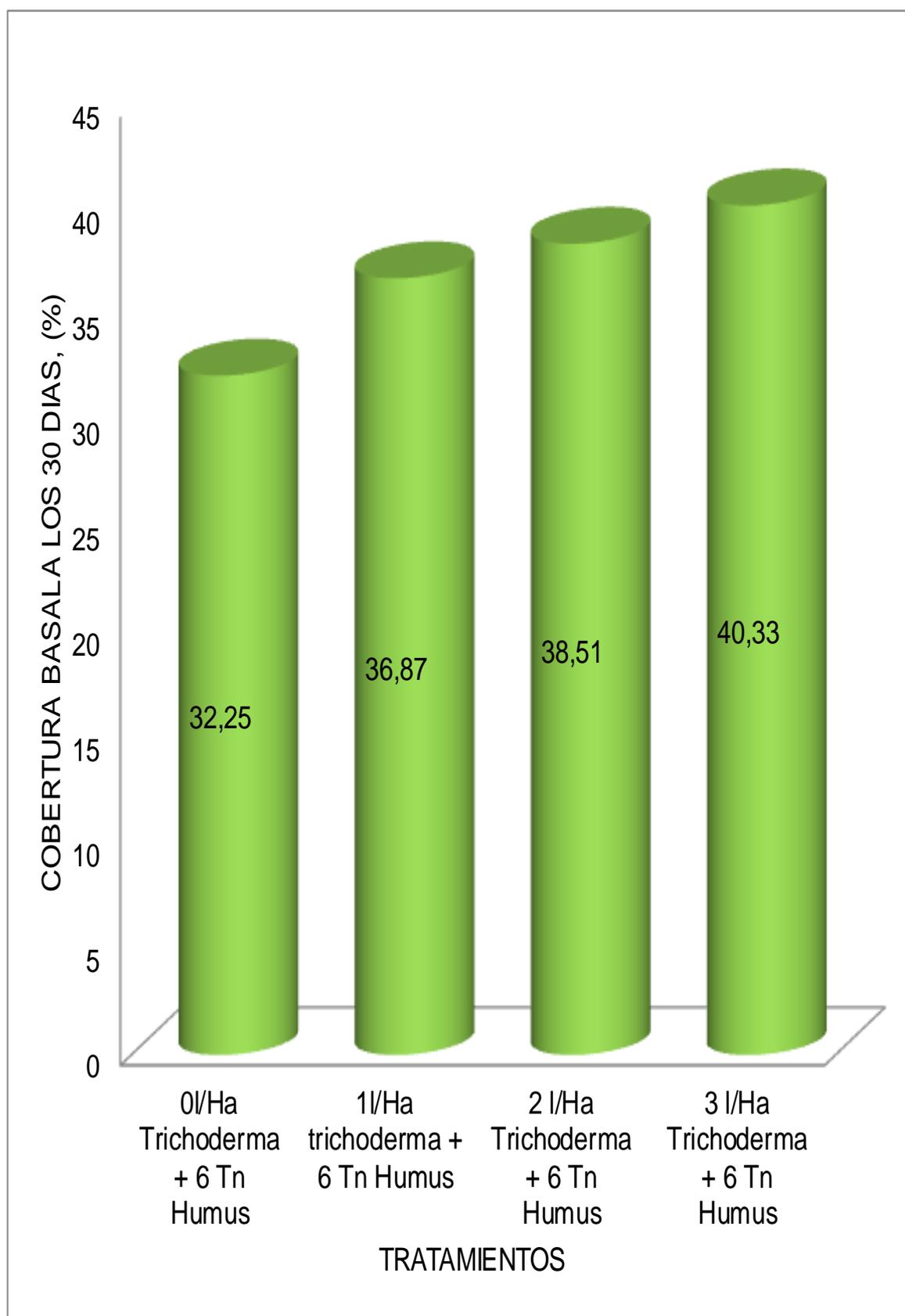


Gráfico 6. Cobertura basa a los 30 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de Trichoderma sp. más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

tratamiento, presentado medias de 32,25%.

En el (gráfico 7) se observa la cobertura basal a los 40 días de la alfalfa aplicando diferentes niveles de *Trichoderma sp.*, registrando la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), donde las mejores respuestas en escala descendente corresponden a los tratamientos T3, T2, T1 y T0 reportando medias de 44,66, 40,69, 39,84 y 33,89 respectivamente y en su orden, lo que puede inferir de acuerdo a lo mencionado en <http://www.fagro/PASTURA.pdf> (2005), 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.

Notándose por tanto que los abonos orgánicos en dosis adecuadas de acuerdo al tipo de suelo donde se cultivara la alfalfa, benefician a los cultivos, como lo sustenta Trinidad. A, (2008), quien enuncia que los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características del suelo, como son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración y conductividad hidráulica, lo que favorecen para el crecimiento de las hojas y mejoren considerablemente el porcentaje de cobertura basal, ya que la alfalfa al tener un crecimiento agresivo le permite controlar eficazmente las malezas.

A más de ello, la respuesta de la presente variable se halla relacionada a lo descrito por Olivera, J. (1998), cuando describe que el hombre al realizar la abonadura modifica las concentraciones de iones del suelo de forma natural, para aumentar la producción de sus cultivos, ya que a medida que se incrementó los niveles de abono orgánico esta variable se incrementó también.

De la misma manera los promedios obtenidos en el presente estudio son superiores a los registrados por Bayas, A. (2003), quien al evaluar diferentes biofertilizantes obtuvo un promedio de 12,62 % de Cobertura Basal al utilizar Biol en el cultivo de Alfalfa, lo que demuestra el efecto benéfico ejercido por la *Trichoderma sp.*

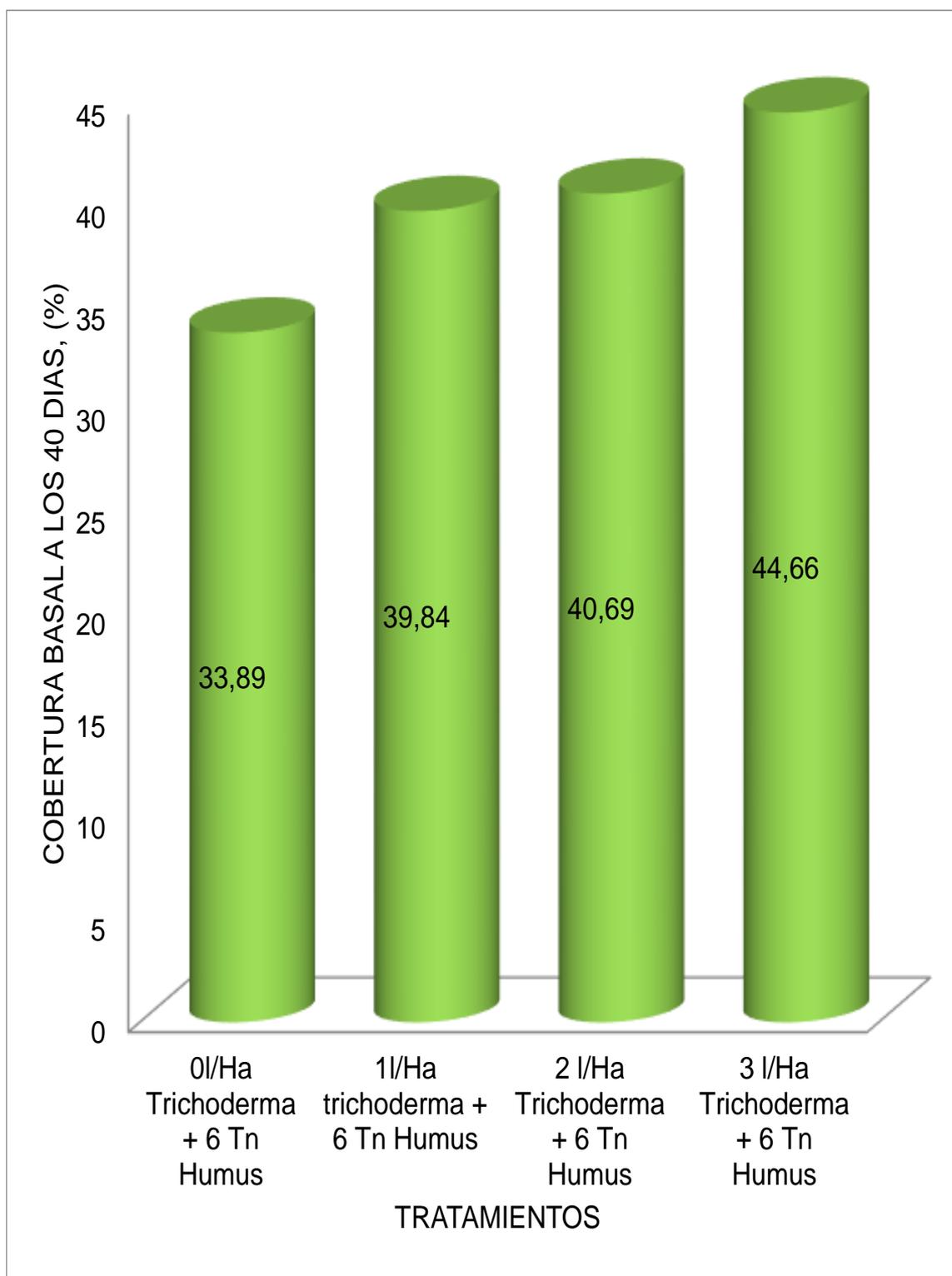


Gráfico 7. Cobertura basa a los 40 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

Dentro de la estimación del porcentaje de cobertura basal de la planta del *Medicago sativa* a los 40 días, que se ilustra en el (grafico 8), se determinó un modelo de regresión con un coeficiente de determinación de 85,94%, de esta manera el modelo:

Cobertura basal=  $34,79 + 3,31 (NT)$ , involucra un término lineal para la incorporación de diferentes niveles de *Trichoderma sp.* más Humus, lo que indica que a medida que se incrementan los niveles de este biofertilizante, la cobertura basal del *Medicago sativa* se incrementa en forma lineal.

### **3. Número de tallos/planta, (u)**

Al evaluar el efecto de la utilización del *Trichoderma sp.* más Humus, el número de tallos/planta en el segundo corte de la alfalfa no presentó diferencias significativas ( $P>0,05$ ), consiguiendo el mayor número de tallos al utilizar la mayor cobertura al utilizar 3 l/Ha más 6 Tn Humus (T3), puesto que alcanzaron 21,65 tallos/planta, mientras que con la utilización de 2 l/Ha + 6 Tn/Humus se obtuvo 18,55 tallos/planta, y que es la respuesta más baja del presente ensayo.

Las repuestas anterior mente señaladas nos indica que una dosis mayor de *Trichoderma sp.* más Humus se evidencia un incremento en esta característica agrobotánica mayor número de tallos por planta en la alfalfa. Se debe realzar la opinión que emiten en <http://www.infogranjas.com.ar> (2010), donde se manifiesta que los fertilizantes orgánicos si favorecen al comportamiento biológico de los pastizales cuando estando en mezclas siempre competirán por nutrientes y requieren de un aporte más oportuno de nutrientes y esto se lo logra integrando material orgánico en forma de fertilizante al suelo.

Al cotejar estos resultados con los obtenidos por otros autores como: Heredia, A. (2011), en su estudio de Evaluación de la alfalfa bajo la aplicación de diferentes niveles de micorrizas y abono orgánico bovino, determinó diferencias estadísticas, así el número de tallos/planta del tratamiento M3AB3 (4,5 kg /Ha de Micorrizas y 20 Tn/Ha de Abono Orgánico Bovino) con 52,58 superó a los

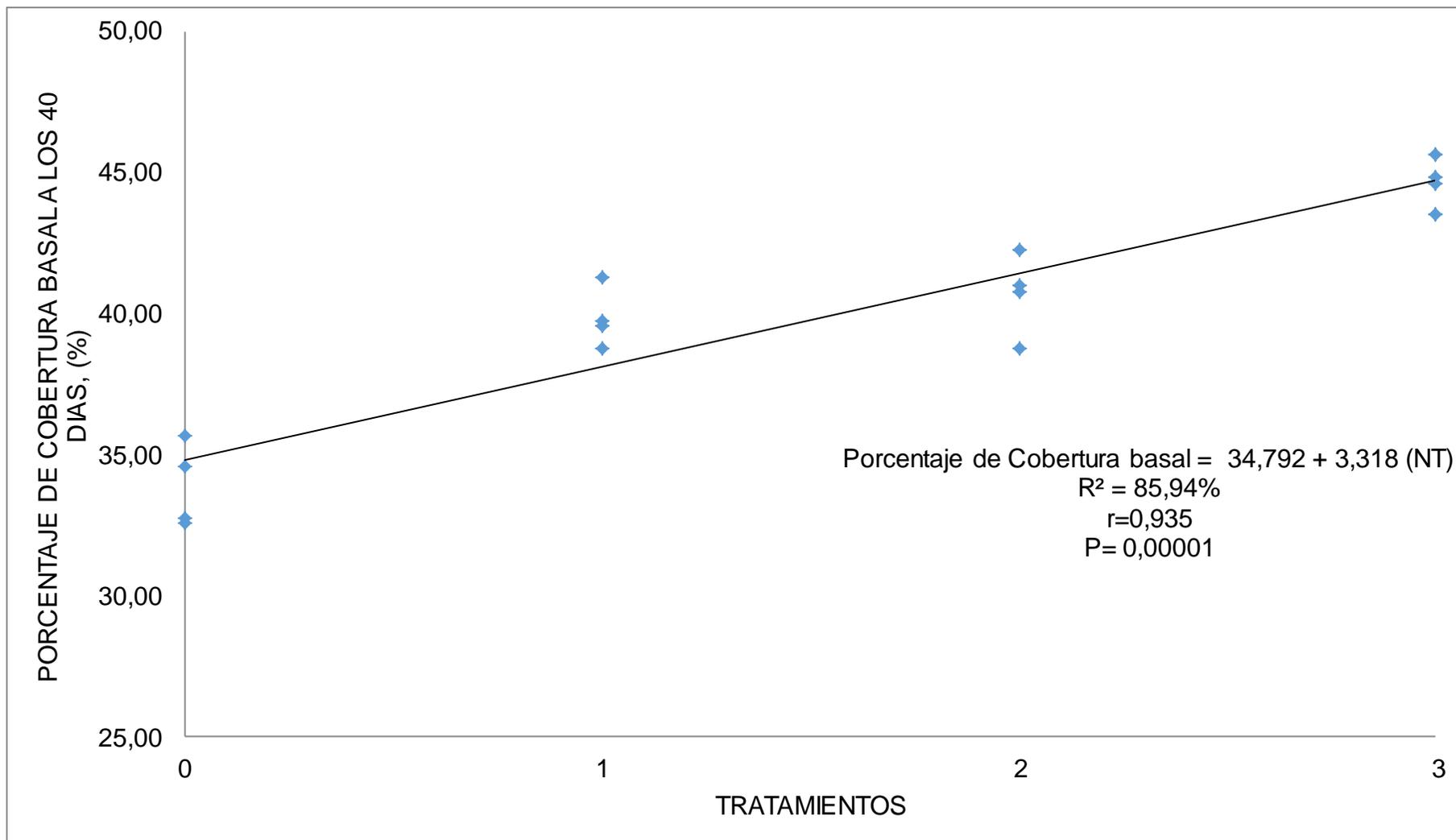


Gráfico 8. Regresión de la cobertura basal a los 40 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

promedios de número de tallos/planta determinados en los demás tratamientos; Carvajal, G. (2010), en su estudio reporta que el número de tallos por planta se presentó en mejores condiciones en las plantas de las parcelas que recibieron la adición de compost en la dosis de 8 Tn/Ha se contabilizaron 33,27 tallos como resultado más sobresaliente de la experiencia; Bayas, A. (2003), al utilizar el té de estiércol registró 29 tallos por/planta, valores superiores a los citados de esta investigación.

#### **4. Número de hojas/ tallos, (u)**

La aplicación de diferentes niveles *Trichoderma sp.* más Humus sobre la variable número de hojas por tallo de la alfalfa en el segundo corte, no reportó diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre medias por lo que la separación de medias según Tukey establece los resultados de carácter numérico más altos al trabajar con 1l/Ha *Trichoderma sp.* más Humus (T1) cuya medias fueron de 93,20 hojas por tallo; y que descienden a 91,05 y 87,80 hojas/tallo en los tratamientos T3 y T0, mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados con la aplicación del tratamiento T2 ya que las medias fueron de 86,15 hojas/tallo; resultados que permiten inferir que las diferentes dosis aplicadas de *Trichoderma sp.* más Humus no influyen sobre la cantidad de hojas/tallo del *Medicago sativa*.

Respuestas que son superiores al ser comparadas con los resultados de Garcés, S. (2011), quien al realizar la evaluación de diferentes niveles de abono orgánico sólido potencializado con *Trichoderma sp.* en la producción forrajera de la alfalfa reportó el mayor número de hojas para el tratamiento con APSPT5 con medias de 52,33. En la investigación Tenorio, C. (2011), al colocar en las parcelas de alfalfa 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más vermicompost obtuvo 52,17 hojas/tallo.

Correa, S. (2014), en su investigación señala en la alfalfa 110,91 hojas/tallo al aplicar giberelinas en dosis de 500 cc/Ha y 115,83 hojas/tallo al utilizar 8 Tn/Ha, resultados que al compararlos con los del presente estudio son superiores a los mismos.

## **5. Producción de forraje verde, (Tn/Ha/corte)**

La producción de forraje verde del *Medicago sativa* en el segundo corte por efecto de los diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más Humus, que se observa en el (cuadro 5), no presenta diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos, registrándose que, numéricamente las respuestas más eficientes se alcanzaron con la aplicación de tratamiento T2 con medias de 13,51 Tn/Ha/corte y que desciende a 13,35 y 13,29 Tn/Ha/corte al emplear en las parcelas de alfalfa los tratamientos T3 y T0 respectivamente y en su orden; mientras que las respuestas más bajas se evidenciaron con la utilización del tratamiento T1 con medias de 12,16 Tn/Ha/corte.

Las respuestas señaladas nos permiten deducir que con la utilización de *Trichoderma sp.* más Humus la producción de forraje verde de la alfalfa se incrementa y no necesariamente con la aplicación de las dosis más alta de *Trichoderma sp.*. Acorde a esto, Benítez, V (2004) señala que las cepas de *Trichoderma sp.* identificadas como agentes antagonistas presentan múltiples mecanismos de acción. Por ejemplo: ejercen biocontrol indirectamente contra cualquier fitopatógeno compitiendo por nutrientes y espacio, al mismo tiempo que modifican las condiciones ambientales, promueven el crecimiento de la planta y su sistema defensivo (antibiosis) en la cual el hongo es capaz de emitir sustancias que ayudan a las plantas a mantener este sistema; o directamente, pueden efectuar micoparasitismo, y por consiguiente beneficiar a la producción de forraje.

## **6. Producción de materia seca, (Tn/Ha/corte)**

El análisis de varianza de la producción de materia seca en el segundo corte, determinó que al aplicar diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más Humus en el *Medicago sativa*, registró diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), registrando la mayor producción de materia seca la aplicación de 2 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus (T2) con 3,71 Tn/Ha/corte, seguido por la utilización en las parcelas de 0l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus (T0) y 3 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus (T3) con medias de 3,23 y 3,01 Tn/Ha/corte respectivamente y en su orden; finalmente se ubica el tratamiento de 1l/Ha

*Trichoderma sp* + 6 Tn Humus (T1), con medias de 2,83 Tn/Ha/corte de materia seca, como se ilustra en el (grafico 9).

Los resultados obtenidos para esta variable se hallan directamente relacionados a lo descrito por Cervantes, A, (2007), quien indica que los cultivos orgánicos proponen alimentar a los microorganismos del suelo para que estos a su vez de manera indirecta favorezcan a las plantas, debido a las diferencias observadas en cada tratamiento. Estos resultados se hallan relacionados a lo descrito en <http://www.wikipedia.com> (2004), donde se indica que es la función del hongo colonizar biotróficamente la corteza de una raíz determinada, sin causarle daño, sino que se integra llegando a formar parte de ella. A su vez, el hongo también coloniza el suelo que rodea la raíz mediante su micelio externo, de manera que ayuda al huésped a adquirir nutrientes minerales y agua, lo que permite un mejor desarrollo de la planta.

La producción forrajera de la presente investigación es superior a la obtenida por Aragadbay, R. (2010) con la utilización de *Rhizobium meliloti* en diferentes niveles en el cultivo de alfalfa segundo corte, registró diferencias significativas entre los diferentes niveles ( $P < 0,05$ ), para la producción de materia seca, identificándose que al utilizar 500 y 750 g/Ha de *Rhizobium meliloti*, se registró una producción de 19,43 Tn/Ha/año de materia seca. En la página <http://www.latour.com.ar/alfalfa> (2009), Se registró una producción de 10 a 14 Tn/Ha de materia seca de alfalfa.

Mediante el análisis de regresión que se ilustra en el (grafico 10), se estableció una línea de tendencia cúbica altamente significativa, con una ecuación para la producción de materia seca =  $3,2321 - 1,9781(NT) + 2,0524 (NT)^2 - 0,4725 (NT)^3$ , en la cual se determina que al utilizar 1l/Ha *Trichoderma sp* + 6 Tn Humus (T1) se da una disminución de la producción de materia seca en 1,97 Tn/Ha, a partir de este nivel existe un incremento en 2,05 para luego volver a descender en 0,47 Tn/Ha al utilizar niveles altos de *Trichoderma sp* (3 l/Ha *Trichoderma sp* + 6 Tn Humus), existiendo además un coeficiente de correlación de 0,40 y determinación ( $R^2$ ) de 52,14%, entre los diferentes niveles de *Trichoderma sp* y la producción de materia seca de la alfalfa, esto se debe posiblemente a lo que

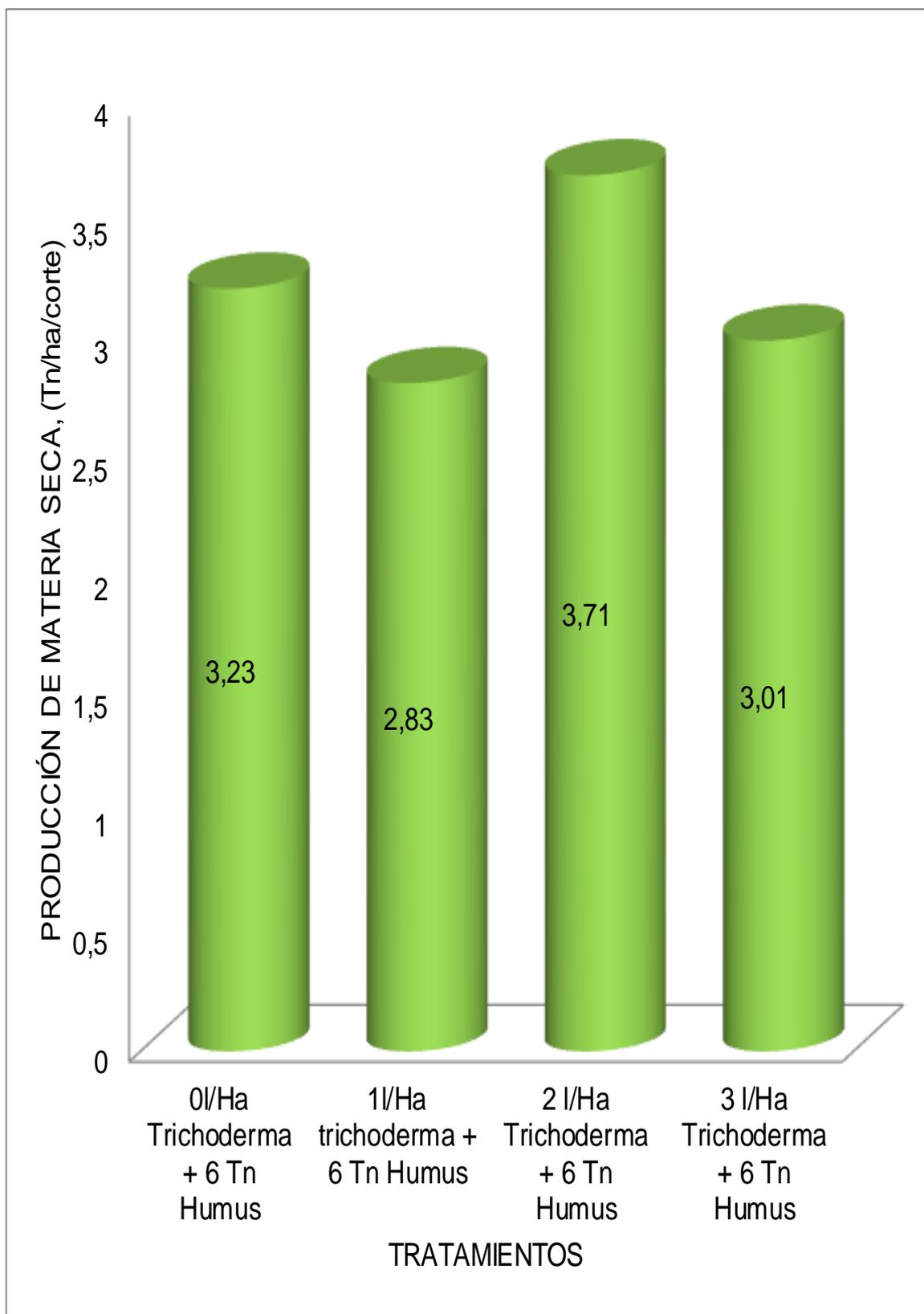


Gráfico 9. Producción de materia seca de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

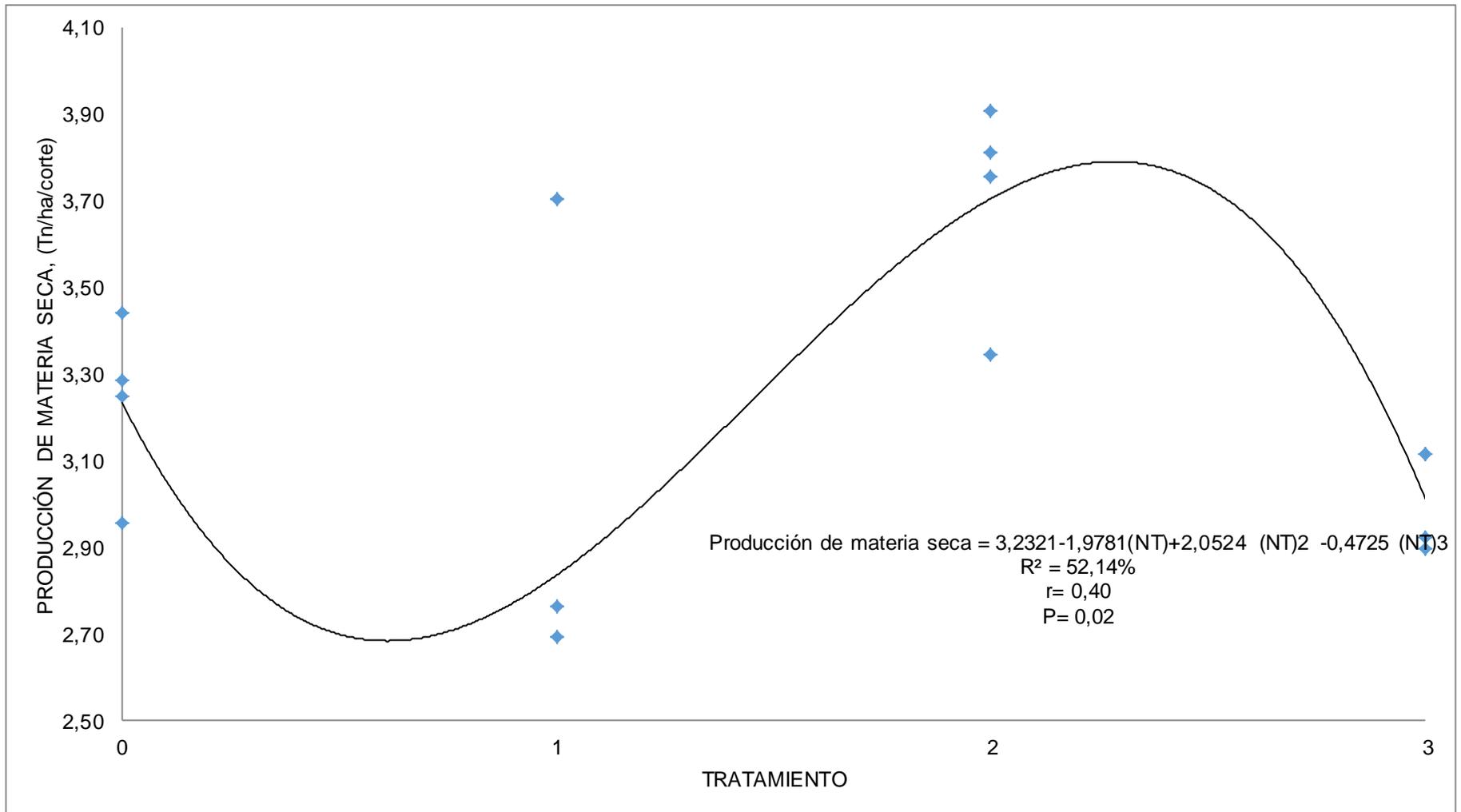


Gráfico 10. Regresión de la producción de materia seca de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

menciona Trinidad, A. (2008), que los abonos orgánicos contienen ricas proporciones de nutrientes solubles en agua, esta es una razón principal de ser capaces de proporcionar resultados increíbles en la producción, permite que las plantas de manera rápida y fácil absorban todos los nutrientes esenciales y elementos en forma sencilla de modo que necesitan solo un mínimo esfuerzo para obtenerlos.

## C. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

### 1. Contenido de Materia seca

Al realizar el análisis bromatológico del *Medicago sativa* en el (cuadro 6) se puede determinar que se reporta un valor mayor de contenido de materia seca en segundo corte al utilizar 2 l/Ha *Trichoderma sp* + 6 Tn Humus (T2) con 27,42%, en tanto que el menor contenido también se reportó en el segundo corte al utilizar 3 l/Ha *Trichoderma sp* + 6 Tn Humus (T3) con 22,56%, estos valores considerados no solo puede darse por el empleo de las *Trichoderma sp* sino por las condiciones medio ambientales que se presenta durante la época de producción, especialmente se debe a los cambio climáticos como son abundante lluvia y sequías prolongadas, además de acuerdo a <http://www.produccion-animal.com> (2008), los hongos mejora en las relaciones hídricas de la planta, especialmente en aquellas que crecen en suelos más secos, en donde la *Trichoderma sp* aumenta la resistencia al estrés hídrico, esto se debe a que las hifas externas del hongo pueden captar agua más lejos de la zona de deficiencia hídrica, que normalmente rodea a las raíces en condiciones de sequía.

### 2. Contenido de Proteína

En el (cuadro 6) se analiza que el tratamiento T1 (1l/Ha *Trichoderma sp* + 6 Tn Humus) reportó los mejores resultados de proteína con 30,78%, y los menos eficientes en las parcelas del tratamiento T3 (3 l/Ha *Trichoderma sp* + 6 Tn Humus) con 19,19%, ambos valores obtenidos en el segundo corte de la alfalfa, esto se debe quizá a lo que indica Grijalva, J. (2005), que las pasturas y otros tipos de forrajes presentan una gran variación en calidad en sus distintas etapas

Cuadro 6. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL *Medicago sativa*.

Tratamiento	Materia seca (%)		Proteína (%)		Fibra (%)		Cenizas (%)	
	I Corte	II Corte	I Corte	II Corte	I Corte	II Corte	I Corte	II Corte
T0	22,76	24,32	25,68	20,26	32,47	35,76	11,39	9,39
T1	24,34	23,30	28,47	30,78	27,34	23,24	10,71	9,70
T2	23,93	27,42	28,51	28,35	25,25	21,89	11,19	9,64
T3	23,82	22,56	29,84	19,19	22,51	34,91	10,34	8,41

Fuente: Laboratorio de Agrocalidad. (2015).

de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta debido a la variabilidad en las condiciones ambientales (suelo, clima), al material genético y al manejo (riego, fertilización).

### **3. Contenido de Fibra**

En el contenido de fibra del pasto influyó los niveles de *Trichoderma sp* más humus empleadas, observándose el resultado más eficiente en las parcelas de alfalfa a las que se le aplicaron 2 l/Ha *Trichoderma sp* + 6 Tn Humus (T2) con 21,89% mientras que las respuestas menos eficientes se evidenciaron en las parcelas del grupo control con un porcentaje de fibra de 35,76%, valores registrados durante el segundo corte.

### **4. Contenido de Cenizas**

En el estudio del contenido de cenizas de la alfalfa se estableció el más alto contenido de cenizas en el primer corte para el tratamiento control con 11,39%, seguido por el T2 con 11,19%, para finalmente ubicarse el tratamiento T3 del segundo corte con un porcentaje de cenizas de 8,41 %.

## **D. ANALISIS DE SUELO INICIAL Y FINAL**

Al realizar el análisis del suelo antes y después de la aplicación de los diferentes niveles de *Trichoderma sp.* más Humus a las parcelas de *Medicago sativa*, se describen los siguientes resultados reportados por el Laboratorio de Agrocalidad, (cuadro 7).

Para el caso del pH, antes de la incorporación del biofertilizante se reportó un valor de 7,20 (neutro), el mismo que asciende a 7,86 después de aplicar a la parcela los distintos niveles de *Trichoderma sp.* más Humus, correspondiendo a una escala de pH Ligeramente alcalino, es decir que el uso de este biofertilizante mejora el pH del suelo, que es el ambiente optimo para la producción de la alfalfa. Este comportamiento se debe a lo manifestado por Capistrán, F. (2009), que indica que la variación del pH se debe a que en la descomposición del de los

Cuadro 7. ANÁLISIS DE SUELO ANTES Y DESPUES DE LA APLICACIÓN DEL HUMUS.

PARÁMETRO	U	ANTES	INTERPRE.	DESP.	INTERPRE.
pH		7,20	Neutro	7,86	Ligeramente Alcalino
Materia Orgánica	%	1,3	Bajo	2,29	Alto
Nitrógeno	%	0,09	Bajo	0,11	Bajo
Fosforo	ppm	19,3	Medio	29,1	Alto
Potasio(K <sub>2</sub> O)	Meq/100g	0,7	Alto	0,91	Alto

Fuente: Laboratorio de Agrocalidad (2015).

abonos orgánicos se comienza a secretar ácido y compuestos fosfatados que en presencia de agua actúan como ácidos neutralizando en parte el pH.

En el contenido de materia orgánica del suelo antes y después de la fertilización, se pudo evidenciar un importante incremento, correspondiente a 0,99 % ya que partiendo de un nivel bajo de 1,3% antes de la aplicación del biofertilizante ascendió a 2,29% lo que corresponde a una escala de interpretación de contenido alto, lo que indica que la acción de los microorganismos como hongos y bacterias que descomponen a los abonos orgánicos hacen que el suelo sea rico en materia orgánica, y de donde las plantas puedan obtener importantes cantidades de nutrientes, para su desarrollo vegetativo.

En lo referente al contenido de nitrógeno del suelo, no se evidencio cambio alguno, manteniéndose un nivel bajo de este nutriente en el suelo ya sea antes (0,09 %) y después (0,11%) de la adición de los diferentes niveles de *Trichoderma sp.* más Humus a las parcelas de alfalfa.

El contenido de fósforo del suelo evidenció un aumento significativo, ya que partiendo de 19,3 ppm (antes de la fertilización), se incrementó a 29,1 ppm (después de la fertilización), lo que puede deberse a que el biofertilizante empieza a desintegrarse permitiendo la liberación del fósforo y el potasio en la capa superficial del suelo, al respecto Delgado, M. (2011), la función del fósforo en el suelo es de ayudar a la formación de raíces fuertes y abundantes, dando así un forraje de mayor calidad en energía, por lo que podemos notar que en nuestro suelo tenemos valores buenos para nuestro cultivo.

#### **A. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Realizando el análisis económico de la producción de forraje verde en el primero y segundo corte del *Medicago sativa*, por efecto de los distintos niveles de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus aplicados en las parcelas experimentales (cuadros 8 y 9), se determinaron los siguientes resultados. La mayor rentabilidad en producir forraje se alcanzó al aplicar el tratamiento T2 (2 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus), en el segundo corte, con un beneficio/costo de 1,76 lo que representa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,76 centavos de dólar de esta manera se puede decir que resulta muy rentable la aplicación de biofertilizantes a la hora de obtener un eficiente rendimiento forrajero.

Cuadro 8. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL *Medicago sativa* POR EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS, EN EL PRIMER CORTE.

Parámetros	DOSIS DE TRICHODERMA MAS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS			
	T0	T1	T2	T3
Establecimiento de praderas, \$	800,00	800,00	800,00	800,00
Mano de obra, \$	500,00	500,00	500,00	500,00
<i>Trichoderma sp.</i> + Humus	1066,67	1086,67	1106,67	1126,67
Uso del terreno	400,00	400,00	400,00	400,00
<b>Total Egresos</b>	<b>2766,67</b>	<b>2786,67</b>	<b>2806,67</b>	<b>2826,67</b>
Producción de Forraje verde, (Tn/Ha/corte)	10,51	10,34	11,61	10,74
Producción de Forraje verde (Tn/Ha/año)	95,90	94,35	105,94	98,00
Ingreso por venta de forraje/año	3836,15	3774,10	4237,65	3920,10
<b>Beneficio/costo</b>	<b>1,39</b>	<b>1,35</b>	<b>1,51</b>	<b>1,39</b>

Costo Tn de Forraje = 40 usd.

Cuadro 9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL *Medicago sativa* POR EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRICHODERMA MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS, EN EL SEGUNDO CORTE.

Parámetros	DOSIS DE TRICHODERMA MAS UNA BASE ESTÁNDAR DE HUMUS			
	T0	T1	T2	T3
Establecimiento de praderas, \$	800,00	800,00	800,00	800,00
Mano de obra, \$	500,00	500,00	500,00	500,00
<i>Trichoderma sp.</i> + Humus	1066,67	1086,67	1106,67	1126,67
Uso del terreno	400,00	400,00	400,00	400,00
<b>Total Egresos</b>	<b>2766,67</b>	<b>2786,67</b>	<b>2806,67</b>	<b>2826,67</b>
Producción de Forraje verde (Tn/Ha/corte)	13,29	12,16	13,51	13,35
Producción de Forraje verde (Tn/Ha/año)	121,27	110,96	123,28	121,82
Ingreso por venta de forraje/año	4850,85	4438,40	4931,15	4872,75
<b>Beneficio/costo</b>	<b>1,75</b>	<b>1,59</b>	<b>1,76</b>	<b>1,72</b>

Costo Tn de Forraje = 40 usd.

## V. CONCLUSIONES

Una vez analizado los resultados obtenidos en la evaluación de la parcela de *Medicago sativa* aplicando diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La altura de planta en los dos corte no registro diferencias estadísticas, sin embargo las mejores respuestas presento el tratamiento T3 (3 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus), tanto en el primero como en el segundo corte con 41,28 y 47,41 cm de altura de planta respectivamente.
2. La cobertura basal identifico como los mejores resultados a los obtenidos en el segundo corte y a los 40 días, en las parcelas fertilizadas con el tratamiento T3 (3 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus) con 44,66%.
3. Se determinaron los mejores rendimientos en la producción de forraje verde de alfalfa, al fertilizar el cultivo con 2 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus (T2), alcanzando rendimientos de 11,61 y 13,51 Tn/Ha/corte de forraje verde en el primer y segundo corte.
4. La producción de materia seca en el cultivo de alfalfa, fue superior mediante la incorporación de 2 l/Ha *Trichoderma sp.* + 6 Tn Humus, obteniendo valores de 2,78 Tn/Ha en el primer corte y 3,71 Tn/Ha en el segundo corte.
5. En la evaluación bromatológica del *Medicago sativa*, se determinó el mayor contenido de materia seca y proteína cruda en el segundo corte al aplicar 2l/Ha *Trichoderma sp.* más 6 Tn Humus (T2) y 1l/Ha *Trichoderma sp.* más 6 Tn Humus (T1) con 27,42% y 30,78% respectivamente, el porcentaje de fibra cruda (21,89%) y cenizas (11,39 %) se evidenciaron como las mejores respuestas con el T2 y T0 durante el segundo y primer corte respectivamente.
6. El análisis Beneficio/costo del primer corte determinó que el tratamiento de mayor rentabilidad fue el tratamiento T2 (2 l/Ha *Trichoderma sp.* más 6 Tn

Humus) tanto en el primer como en el segundo corte con un indicador de 1,51 y 1,76 respectivamente.

## VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar *Trichoderma sp.* más humus en dosis de 2 l/Ha *Trichoderma sp.* más 6 Tn Humus, debido a que se registró los mayores rendimientos productivos en el cultivo del *Medicago sativa*.
- Fomentar la aplicación del *Trichoderma sp.* más Humus en las praderas ya que se convierte en la alternativa eficaz para alcanzar un elevado nivel de protección medioambiental, al remplazar fertilizantes químicos.
- Replicar el estudio en otras leguminosas de clima frío, que permita conocer sus rendimientos productivos y su contenido bromatológico

## VII. LITERATURA CITADA

1. ARAGADVAY, R. 2010. Efecto de la aplicación de diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloti* con la adición de estiércol de cuy en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa)". Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 74 - 80.
2. ANDRADE, J. 2010. Evaluación de dos sistemas y tres distancias de siembra, cantón Cumandá provincia de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador, pp 21-26.
3. ARCIA, A. 2005. Uso de Antagonistas en el Control de Fitopatógenos del Suelo. En Curso sobre Control Microbial de Insectos Plagas y Enfermedades en Cultivos. 1a. ed. Barquisimeto, Venezuela. Seminario en la Universidad Centro Occidental (UCLA). p: 20.
4. BAYAS, A. 2003. El Bokashi, Té de estiércol, Biol, Biosol como Biofertilizantes en la producción de Alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 28-46.
5. CAPISTRÁN, F. 2009. Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombri compostaje. 3a ed. Xalapa, México. Edit. Instituto de Ecología. pp 151 – 162.
6. CARVAJAL, G. (2010), Evaluación de diferentes niveles de compost generados a partir de la utilización de residuos orgánicos de la producción avícola y su aplicación en una mezcla forrajera de *Lolium perenne* y *Medicago sativa*. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 54-55.
7. CERVANTES, A. 2007. Producción de pastizales en la Región Interandina el

Ecuador. Manual No 30. Quito, Ecuador. Edit. INIAP pp. 10-22

8. CORREA, S. 2014. "Evaluación de diferentes dosis de vermicompost y giberelinas en la producción forrajera de medicago sativa (alfalfa)". Tesis de Grado. EIZ.FCP-ESPOCH-Riobamba, Ecuador. pp 51.
9. CORDOVEZ. M. 2010. Evaluación de diferentes niveles y tiempos de aplicación del abono orgánico bokashi en la producción de forraje de la alfalfa (Medicago sativa)". Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 65 - 73
10. DELGADO, M. 2011. Conviértase en empresario ganadero. 1a ed. Grupo latino. pp 125-130.
11. DIANNELIS C. RISTER, G. CAVER, F. 2004. efecto de la fertilización en la asociación kikuyo - alfalfa (Pennisetum Clandestinum- Medicago Sativa). y producción de materia seca, altura y relación hoja/tallo. pp. 122
12. CHÁVEZ. E. 2010. Evaluación de diferentes niveles de enraizador más humus de lombriz en la alfalfa (Medicago sativa)". Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 55 -67.
13. ESCALANTE, M. 1995. Evaluación forrajera de la Mezcla de alfalfa. ( Medicago sativa ) con setaria (Setaria sphaelata) Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 48-52.
14. FERNÁNDEZ, O. (2011). Temas interesantes acerca del control microbiológico de plagas. 1a ed. Habana, Cuba.Edit. Centro de información y documentación de Sanidad Vegetal. pp. 6-15.
15. FUNSALPRODESE. (2000), Abonos orgánicos
16. FUNDACIÓN DE APOYO PARA EL DESARROLLO SOCIAL (FADES). 1999. Memoria del Seminario de agricultura y manejo ecológico del

suelo.Archivo de Internet. .pdf

17. GARCÉS, E. 2009. Morfología y clasificación de hongos. 1a ed. Nariño, Colombia edit. Facultad de ciencias, Universidad Nacional de Colombia. pp. 34-46.
18. GARCÉS, S. 2011. Evaluación del comportamiento forrajero del *Medicago sativa* bajo la aplicación de diferentes niveles de micorrizas y abono orgánico bovino. Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. pp 69-79
19. GRIJALVA, J. 2005. Producción de pastizales en la Región Interandina del Ecuador. Manual N° 30. Quito, Ecuador. Edit. INIAP pp. 125- 134.
20. HEREDIA, A. 2011. Evaluación del comportamiento forrajero del *Medicago sativa* bajo la aplicación de diferentes niveles de micorrizas y abono orgánico bovino. Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 56-58
21. HERRERA. N. 2009. Evaluación de las características productivas de la alfalfa (*Medicago sativa*), mediante la utilización de diferentes densidades de colmenas como agentes polinizadores para la producción de semillas, en Pungal grande bajo. Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 31 – 56
22. <http://www.infoagro.com>. 2008. Martínez, D. La alfalfa
23. <http://agrarias.tripod.com>. 2009. Arístegui, H. El alfalfar
24. <http://www.alfalfastudio.com>. 2009. Sánchez, G. Características de la alfalfa
25. <http://www.infoagro.com>. 2007. Cáceres, O. Bofertilizantes
26. <http://ec-organics.com/fitoprotector>. 2008. Samaniego, W.

27. <http://.fao-sict.un.com> 2008. Negrete, Y. Trichoderma harzianum
28. <http://.teorema.com>. 2008. Matamoros, T. El mundo del Trichoderma
29. <http://www.fao.org/DOCREP.htm>. 2014. Guzmán, B. Trichoderma
30. <http://www.ec-organics.com/fitoprotector.aspx>. 2014. Maya, D. Trichoderma
31. <http://www.corforiolorado.gov.ar>. 2014. Frasinelli, C. Componentes activos de la alfalfa.
32. <http://www.produccion-animal.com> 2010. Villamar, S. Los abonos orgánicos
33. <http://www.doctor-obregon.com/default.aspx>. 2014. Obregon, D. Trichodermas
34. <http://www.iabiotec.com/trichodermaharzianumficha.htm>. 2014.
35. <http://www.neemproducts.com> . 2008 Ventajas de Trichoderma
36. <http://www.scielo.sld.cu.com> 2014. Sagar, G. Pasinato, J. Forma de empleo del Trichoderma Harzianum.
37. <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun>. 2014. España, R. Agricultura ecológica.
38. <http://www.proamazonia.gob.pe>. 2007. Montalvo, E. Características de la biofertilización
39. <http://agronomiaorganic.blogspot.com/>. 2012. Santos, A. Agricultura orgánica
40. <http://agronomiaorganic.blogspot.com/>. 2012. Zarate, B. Sembremos sano
41. <http://www.heniheny.com>. 2009. Mancheno, P. Trichoderma
42. <http://ww.fagro/PASTURA.pdf>. 2005. Montero, P. Las pasturas
43. <http://www.latour.com.ar/alfalfa>. 2009. Amoroso, E. La alfalfa.
44. <http://www.produccion-animal.com>. 2008. Chávez, F. Pastos y forrajes.
45. LEON, C. 2015. Evaluación del efecto de diferentes dosis de Trichoderma sp,

cepa harzianum en la producción primaria del Medicago sativa (Alfalfa). Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 48 – 56.

46. OLIVERA, J. 1998. Humus y el abono orgánico. Recuperado de [www.infojardin.com.articulos/articulos\\_directorio.htm](http://www.infojardin.com/articulos/articulos_directorio.htm).2005.
47. SANTAMARÍA, C. 2010. Potencial productivo de la alfalfa en México. 2a ed. Sonora, México Edit SAGAR. INIFAP. pp 43 – 56.
48. SHAKERI Y FOSTER . 2007 Aspectos generales de la Trichoderma sobre la nutrición de las plantas. pp 10.
49. TENORIO, C. 2011. Evaluación de diferentes niveles de rhizobium meliloti más la adición de vermicompost en la producción de forraje de alfalfa. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 460-62.
50. TOCAGNI, H. 2011. La Alfalfa. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit Albatros, pp 80.
51. TRINIDAD, A. 2008. Abonos orgánicos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SEGARPA), México. Archivo de Internet A-06-1.pdf.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Análisis estadístico de la altura de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Suma	media
	I	II	III	IV		
T0	37,85	38,16	46,09	34,75	156,85	39,21
T1	34,67	45,80	35,54	33,36	149,37	37,34
T2	43,38	43,67	30,26	34,77	152,07	38,02
T3	48,11	42,69	28,98	45,33	165,12	41,28

## 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	551,46			
Tratamientos	3	35,74	11,91	0,29	0,835
Bloques	3	139,68	46,56	1,11	0,3932
Error	9	376,04	41,78		

## 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
T0	39,21	3,23	a
T1	37,34	3,23	a
T2	38,02	3,23	a
T3	41,28	3,23	a

Anexo 2. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 15 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				suma	media
	I	II	III	IV		
TO	21,67	22,33	0,00	20,43	64,43	16,11
T1	18,90	0,00	0,00	0,00	18,90	4,73
T2	0,00	0,00	21,00	18,89	39,89	9,97
T3	0,00	21,86	22,50	0,00	44,36	11,09

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	30,75			
Tratamientos	3	20,77	6,92	7,43	0,0083
Bloques	3	1,59	0,53	0,57	0,6485
Error	9	8,38	0,93		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
0l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	21,28	0,48	a
1l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	19,02	0,48	b
2 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	19,72	0,48	ab
3 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	21,84	0,48	a

Anexo 3. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 30 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				suma	media
	I	II	III	IV		
TO	23,45	24,50	22,46	22,89	93,30	23,33
T1	20,76	0,00	0,00	0,00	20,76	5,19
T2	5,00	23,44	23,52	20,45	72,41	18,10
T3	25,89	24,45	24,72	25,70	100,76	25,19

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	119,61			
Tratamientos	3	99,85	33,28	22,25	0,0002
Bloques	3	6,3	2,1	1,4	0,3039
Error	9	13,46	1,5		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
0l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	23,33	0,61	ab
1l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	18,36	0,61	c
2 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	22,44	0,61	b
3 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	25,19	0,61	a

Anexo 4. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 40 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				suma	media
	I	II	III	IV		
TO	26,78	25,78	24,56	24,78	101,90	25,48
T1	24,56	24,67	24,70	27,89	101,82	25,46
T2	26,05	3,00	8,00	24,52	61,57	15,39
T3	8,00	3,00	29,76	3,00	43,76	10,94

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	48,42			
Tratamientos	3	32,31	10,77	6,1	0,015
Bloques	3	0,22	0,07	0,04	0,9881
Error	9	15,89	1,77		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
0l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	25,48	0,66	b
1l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	25,46	0,66	b
2 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	25,96	0,66	ab
3 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	28,88	0,66	ab

Anexo 5. Análisis estadístico del número de tallos por planta de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento s	Repeticiones				suma	Media
	I	II	III	IV		
T0	20,60	20,60	19,60	17,00	77,80	19,45
T1	14,80	24,40	16,60	16,30	72,10	18,03
T2	19,90	16,30	16,60	13,10	65,90	16,48
T3	18,80	15,60	13,60	17,50	65,50	16,38

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	128,8			
Tratamientos	3	25,47	8,49	1,02	0,4277
Bloques	3	28,54	9,51	1,14	0,3825
Error	9	74,79	8,31		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
T0	19,45	1,44	A
T1	18,03	1,44	A
T2	16,48	1,44	A
T3	16,38	1,44	A

Anexo 6. Análisis estadístico del número de hojas por tallo de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Suma	media
	I	II	III	IV		
T0	72	88	67,6	56,6	284,2	71,05
T1	66,6	70,8	73,6	95	306	76,5
T2	66,4	70,8	56	70,6	263,8	65,95
T3	74,2	74,6	84	69	301,8	75,45

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	1529,14			
Tratamientos	3	277,73	92,58	0,72	0,5635
Bloques	3	98,19	32,73	0,26	0,8556
Error	9	1153,22	128,14		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
T0	71,05	5,66	A
T1	76,50	5,66	A
T2	65,95	5,66	A
T3	75,45	5,66	A

Anexo 7. Análisis estadístico de la producción de forraje verde, de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Suma	media
	I	II	III	IV		
T0	8,66	9,845	14,45	9,09	42,045	10,51125
T1	11,885	8,885	12,09	8,48	41,34	10,335
T2	9,185	12,095	12,7	12,425	46,405	11,60125
T3	11,445	11,13	10,375	9,99	42,94	10,735

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	45,52			
Tratamientos	3	3,79	1,26	0,41	0,7468
Bloques	3	14,27	4,76	1,56	0,266
Error	9	27,46	3,05		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
T0	10,51	0,87	a
T1	10,34	0,87	a
T2	11,61	0,87	a
T3	10,74	0,87	a

Anexo 8. Análisis estadístico de la producción de materia seca, de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el primer corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				suma	Media
	I	II	III	IV		
T0	1,97	2,24	3,29	2,07	9,57	2,39
T1	2,89	2,16	2,94	2,06	10,06	2,52
T2	2,20	2,89	3,04	2,97	11,10	2,78
T3	2,73	2,65	2,47	2,38	10,23	2,56

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	2,6			
Tratamientos	3	0,31	0,1	0,61	0,6274
Bloques	3	0,78	0,26	1,54	0,2692
Error	9	1,52	0,17		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
T0	2,39	0,21	a
T1	2,51	0,21	a
T2	2,78	0,21	a
T3	2,56	0,21	a

Anexo 9. Análisis estadístico de la altura de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus en el segundo corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				Suma	promedio
	I	II	III	IV		
TO	22,00	46,00	53,00	0,00	121,00	30,25
T1	44,00	44,00	50,00	49,00	187,00	46,75
T2	48,00	43,00	47,00	39,00	177,00	44,25
T3	65,00	50,00	46,00	0,00	161,00	40,25

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	266,96			
Tratamientos	3	57,1	19,03	1,27	0,3408
Bloques	3	75,4	25,13	1,68	0,2396
Error	9	134,46	14,94		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
T0	45,13	1,93	A
T1	43,27	1,93	A
T2	42,51	1,93	A
T3	47,41	1,93	A

Anexo 10. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 15 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				suma	promedio
	I	II	III	IV		
TO	28,45	26,00	27,45	26,63	108,53	27,13
T1	35,40	35,38	34,87	37,47	143,12	35,78
T2	34,75	33,59	33,70	32,50	134,54	33,64
T3	38,40	37,46	35,78	36,45	148,09	37,02

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	246,35			
Tratamientos	3	232,49	77,5	71,6	<0,0001
Bloques	3	4,12	1,37	1,27	0,3427
Error	9	9,74	1,08		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
0l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	27,13	0,52	c
1l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	35,78	0,52	ab
2 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	33,64	0,52	b
3 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	37,02	0,52	ab

Anexo 11. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 30 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				suma	promedio
	I	II	III	IV		
TO	33,75	33,50	30,82	30,91	128,98	32,25
T1	36,91	37,59	36,56	36,42	147,48	36,87
T2	37,87	39,78	37,64	38,75	154,04	38,51
T3	40,24	39,45	40,82	40,79	161,30	40,33

## 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	156,39			
Tratamientos	3	143,85	47,95	45,11	<0,0001
Bloques	3	2,98	0,99	0,93	0,4636
Error	9	9,57	1,06		

## 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
0l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	32,25	0,52	c
1l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	36,87	0,52	b
2 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	38,51	0,52	ab
3 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	40,33	0,52	a

Anexo 12. Análisis estadístico de la cobertura basal a los 40 días de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				suma	promedio
	I	II	III	IV		
TO	34,56	35,67	32,75	32,56	135,54	33,89
T1	38,75	39,57	41,28	39,75	159,35	39,84
T2	38,77	40,75	41,00	42,25	162,77	40,69
T3	44,59	45,67	43,52	44,86	178,64	44,66

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	256,22			
Tratamientos	3	237,6	79,2	46,29	<0,0001
Bloques	3	3,22	1,07	0,63	0,6158
Error	9	15,4	1,71		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
0l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	33,89	0,65	c
1l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	39,84	0,65	b
2 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	40,69	0,65	b
3 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	44,66	0,65	a

Anexo 13. Análisis estadístico del número de tallos por planta de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				suma	media
	I	II	III	IV		
T0	20	20,7	19,7	19,2	79,6	19,9
T1	17	25,5	20,4	19,2	82,1	20,525
T2	20,2	20,8	17,8	15,4	74,2	18,55
T3	23,3	19,9	18,8	24,6	86,6	21,65

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	101,06			
Tratamientos	3	20,05	6,68	0,91	0,4736
Bloques	3	14,94	4,98	0,68	0,587
Error	9	66,07	7,34		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
T0	19,90	1,35	a
T1	20,53	1,35	a
T2	18,55	1,35	a
T3	21,65	1,35	a

Anexo 14. Análisis estadístico del número de hojas por tallo de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				suma	media
	I	II	III	IV		
T0	89	98,8	91	72,4	351,2	87,8
T1	76,8	92,4	94,2	109,4	372,8	93,2
T2	94	84,4	68,6	97,6	344,6	86,15
T3	99,8	92,8	92,2	79,4	364,2	91,05

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	1744,12			
Tratamientos	3	120,78	40,26	0,23	0,8716
Bloques	3	63,8	21,27	0,12	0,9444
Error	9	1559,54	173,28		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
T0	87,80	6,58	a
T1	93,20	6,58	a
T2	86,15	6,58	a
T3	91,05	6,58	a

Anexo 15. Análisis estadístico de la producción de forraje verde, de la alfalfa, por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				suma	media
	I	II	III	IV		
T0	13,35	12,15	14,15	13,51	53,16	13,29
T1	11,85	15,9	9,35	11,55	48,65	12,1625
T2	14,25	13,9	13,7	12,2	54,05	13,5125
T3	13,8	12,95	13,8	12,83	53,38	13,345

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	32,3			
Tratamientos	3	4,57	1,52	0,57	0,6501
Bloques	3	3,56	1,19	0,44	0,7289
Error	9	24,17	2,69		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
T0	13,29	0,82	a
T1	12,16	0,82	a
T2	13,51	0,82	a
T3	13,35	0,82	a

Anexo 16. Análisis estadístico de la producción de materia seca, de la alfalfa por efecto de diferentes dosis de *Trichoderma sp.* más una base estándar de Humus, en el segundo corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				suma	media
	I	II	III	IV		
T0	3,25	2,95	3,44	3,29	12,93	3,23
T1	2,76	3,70	2,18	2,69	11,34	2,83
T2	3,91	3,81	3,76	3,35	14,82	3,71
T3	3,11	2,92	3,11	2,89	12,04	3,01

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	15	3,28			
Tratamientos	3	1,72	0,57	3,83	0,0511
Bloques	3	0,21	0,07	0,46	0,7198
Error	9	1,35	0,15		

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Media	EE	Rango
0l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	3,23	0,19	ab
1l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	2,83	0,19	b
2 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	3,71	0,19	a
3 l/Ha <i>Trichoderma sp.</i> + 6 Tn Humus	3,01	0,19	ab