



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE *Rhizobium meliloti* MÁS LA ADICIÓN DE VERMICOMPOST EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DEL *Medicago sativa* (ALFALFA)”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

**AUTOR:**

CARMITA JACKELINE TENORIO QUISPE

Riobamba – Ecuador

2011

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

---

Ing. M. C. Hugo Estuardo Gavilánez Ramos.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M. C. Luis Rafael Fiallos Ortega. Ph. D.

**DIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. M. C. José Vicente Trujillo Villacís.

**ASESOR DE TESIS**

Riobamba, 5 de enero del 2011

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por llevarme por el camino del bien y haberme dado la fortaleza para seguir adelante.

A mis padres por su apoyo incondicional. a mis hermanos quienes creyeron en mi día a día.

A la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo y por medio de esta a la facultad de ciencias pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica a todos mis maestros, amigos, compañeros.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo a Dios, a mis padres José y Bertha y a mis hermanos Liliana, William, y Gabriela, quienes me apoyaron incondicionalmente en cada momento.  
GRACIAS.

## CONTENIDO

Resumen	v
Abstract	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de gráficos	viii
Lista de anexos	ix
I. <b><u>INTRODUCCIÓN</u></b>	1
II. <b><u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	3
A. <b><i>LA BACTERIA RHIZOBIUM</i></b>	3
1. <b><u>Características Generales</u></b>	4
2. <b><u>Especies de Rhizobium</u></b>	5
3. <b><u>Fijación biológica del nitrógeno</u></b>	6
4. <b><u>Potencial de la asociación Rhizobium-leguminosa</u></b>	6
5. <b><u>Inoculación</u></b>	8
6. <b><u>Inoculación artificial de la alfalfa</u></b>	9
7. <b><u>Beneficios de la inoculación</u></b>	11
B. <b>ABONOS ORGÁNICOS</b>	11
1. <b><u>Descripción</u></b>	11
a. <b>Vermicompost</b>	12
b. <b>Propiedades del Abono Orgánico (Vermicompost)</b>	13
1) <b>Propiedades Físicas</b>	13
2) <b>Propiedades Químicas</b>	13
3) <b>Propiedades Biológicas</b>	14
2. <b><u>Ventajas y desventajas de la aplicación de abono orgánico</u></b>	14
a. <b>Ventajas de los abonos orgánicos</b>	14
b. <b>Desventajas</b>	15
C. <b>IMPORTANCIA DE LOS ABONOS ORGÁNICOS</b>	15
D. <b>USO DEL ABONO ORGÁNICO</b>	16
1. <b><u>Formas de uso</u></b>	16
2. <b><u>Cantidades a utilizar</u></b>	16
E. <b><i>MEDICAGO SATIVA (ALFALFA)</i></b>	17

1.	<u>Origen de la alfalfa</u>	17
2.	<u>Composición química</u>	17
3.	<u>Características botánicas</u>	18
4.	<u>Datos técnicos</u>	18
a.	Método de siembra	18
b.	Densidad de siembra	19
c.	Riego	19
d.	Cosecha	19
5.	<u>Exigencias del cultivo</u>	19
6.	<u>Abonado</u>	20
7.	<u>Plagas de la alfalfa</u>	20
8.	<u>Enfermedades de la alfalfa</u>	21
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	22
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	22
1.	<u>Condiciones meteorológicas</u>	22
2.	<u>Características del suelo</u>	22
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	23
C.	MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES	23
1.	De campo	23
2.	De laboratorio	24
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	24
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	25
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	25
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	26
H.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	26
1.	<u>Altura de la planta a los 15, 30 y 45 días (cm)</u>	26
2.	<u>Número de hojas por tallo</u>	27
3.	<u>Número de tallos por planta</u>	27
4.	<u>Cobertura basal %</u>	27
5.	<u>Cobertura aérea %</u>	27
6.	<u>Producción de forraje en materia verde y seca Tn/ha</u>	27
7.	<u>Evaluación Económica</u>	27
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	28
A.	PRIMER CORTE	28

1.	<u>Altura de la planta a los 15, 30 y 45 días (cm)</u>	28
2.	<u>Número de hojas por tallo a los 15, 30 y 45 días</u>	30
3.	<u>Número de tallos por planta a los 15, 30 y 45 días</u>	32
4.	<u>Cobertura basal a los 15, 30 y 45 días (%)</u>	33
5.	<u>Cobertura aérea a los 15, 30 y 45 días (%)</u>	33
6.	<u>Producción de forraje verde y materia seca (Tn/ha)</u>	34
B.	<b>SEGUNDO CORTE</b>	35
1.	<u>Altura de la planta a los 15, 30 y 45 días (cm)</u>	35
2.	<u>Número de hojas por tallo a los 15, 30 y 45 días</u>	37
3.	<u>Número de tallos por planta a los 15, 30 y 45 días</u>	39
4.	<u>Cobertura basal a los 15, 30 y 45 días (%)</u>	40
5.	<u>Cobertura aérea a los 15, 30 y 45 días (%)</u>	42
6.	<u>Producción de forraje verde y materia seca (Tn/ha)</u>	44
C.	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>	48
V.	<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	49
VI.	<b><u>RECOMENDACIONES</u></b>	50
VII.	<b><u>LITERATURA CITADA</u></b>	51
	<b>ANEXOS</b>	

## **RESUMEN**

En la Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, Parroquia Mulliquindil, se realizó la evaluación de diferentes niveles de *Rhizobium Meliloti* (2, 3, 4 kg/ha) más la adición de vermicompost (6 tn/ha), en la producción de forraje del *Medicago sativa*. La distribución de los tratamientos se hizo mediante un D.B.C.A., en dos cortes. Los mejores resultados para las mediciones experimentales tomadas en la investigación se obtuvieron con 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más vermicompost (6Tn/ha), en la altura de la planta a los 45 días de edad no existió diferencias estadísticas, solo numéricas obteniendo en el primero y segundo corte 95.96 cm y 100.17 cm respectivamente, el mayor número de hojas/tallo (segundo corte a los 45 días) fue 51.50. El número de tallos a los 45 días en el primer corte (41 tallos) y segundo corte (41.33 tallos). Para la cobertura basal al segundo corte fue del 61%, en la cobertura aérea (45 días) tanto para el primero y segundo corte fue del 100%. En el primer corte se obtuvo una producción de forraje verde de 24.42 tn/ha/corte y 24.49 tn/ha/corte en el segundo corte; al igual que en la producción de materia seca se obtuvo 6.10 tn/ha para el primer corte y 6.13 para el segundo corte. El mejor beneficio/costo se obtuvo al utilizar 3 Kg/ha de *Rhizobium meliloti* más vermicompost con 3.42 dólares. Por lo que se recomienda utilizar 3 kg/ha, para obtener mayor producción agrícola y económica en la alfalfa.



## ABSTRACT

In the County of Cotopaxi, Canton Salcedo, Parish Mulliquindil, was carried out the evaluation of different levels of *Rhizobium meliloti* (2, 3, 4 kg/ha) more the vermicompost addition (6 tn/ha), in the production of forage of the *Medicago sativa*. The distribution of the treatments was made by means of a D.B.C.A., in two courts. The best results for the experimental mensurations taken in the investigation were obtained with 3 kg/ha of *Rhizobium meliloti* more vermicompost (6Tn/ha), in the height of the plant to the 45 days of age didn't exist numeric statistical, alone differences obtaining respectively in the first one and second court 95.96 cm and 100.17 cm, the biggest shafts/curt number (second court to the 45 days) it was 51.50. The number of shafts to the 45 days in the first court (41 shafts) and second court (41.33 shafts). For the basal covering to the second court was of 61%, in the air covering (45 days) point for the first one and second court was of 100%. In the first he/she intersects he/she obtained a production of green forage of 24.42 tn/ha/curt and 24.49 tn/ha/curt in the second court; the same as in the production of dry matter 6.10 tn/ha was obtained for the first court and 6.13 for the second court. The best benefit/cost was obtained when using 3 Kg/ha of *Rhizobium meliloti* more vermicompost with 3.42 dollars. For what is recommended to use 3 kg/ha, to obtain bigger agricultural and economic production in the medic.

**LISTA DE CUADROS**

No		Pág
1	GRUPOS DE INOCULACIÓN CRUZADA Y ASOCIACIONES DE RHIZOBIUM – LEGUMINOSA.	5
2	CONDICIONES METEOROLÓGICAS.	22
3	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.	22
4	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	25
5	ESQUEMA DEL ADEVA.	26
6	COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL ALFALFA COMO RESPUESTA A LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE <i>RHIZOBIUM MELILOTI</i> EN EL CULTIVO DE <i>MEDICAGO SATIVA</i> (ALFALFA) EN EL PRIMER CORTE.	29
7	COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL ALFALFA COMO RESPUESTA A LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE <i>RHIZOBIUM MELILOTI</i> EN EL CULTIVO DE <i>MEDICAGO SATIVA</i> (ALFALFA) EN EL SEGUNDO CORTE.	41
8	ANÁLISIS ECONÓMICO.	49

## LISTA DE GRÁFICOS

No.		Pág
1	Cinemática dinámica de formación de un nódulo en la raíz en una leguminosa, causado por <i>Rhizobium</i> .	7
2	Regresión del número de hojas a los 15 días del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i> más la adición de vermicompost en el primer corte.	31
3	Regresión de la producción de forraje verde del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i> más la adición de vermicompost en el primer corte.	36
4	Regresión del contenido de materia seca del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i> más la adición de vermicompost en el primer corte.	38
5	Regresión de la cobertura aérea a los 15 días del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i> más la adición de vermicompost en el segundo corte.	43
6	Regresión de la producción de forraje verde del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i> más la adición de vermicompost.	45
7	Regresión del contenido de materia seca del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de <i>Rhizobium meliloti</i> , en el segundo corte.	47

## LISTA DE ANEXOS

No

1. Altura de la planta a los 15 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
2. Altura de la planta a los 30 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
3. Altura de la planta a los 45 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
4. Número de hojas/tallo a los 15 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
5. Número de hojas/tallo a los 30 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
6. Número de hojas/tallo a los 45 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
7. Número de tallos/planta a los 15 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
8. Número de tallos/planta a los 30 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
9. Número de tallos/planta a los 45 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
10. Cobertura basal a los 15 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
11. Cobertura basal a los 30 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
12. Cobertura basal a los 45 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
13. Cobertura aérea a los 15 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
14. Cobertura aérea a los 30 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
15. Cobertura aérea a los 45 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

- 16 Producción de forraje verde (tn/ha) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 17 Producción de Materia seca (tn/ha) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 18 Altura de la planta a los 15 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 19 Altura de la planta a los 30 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 20 Altura de la planta a los 45 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 21 Número de hojas/tallo a los 15 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 22 Número de hojas/tallo a los 30 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 23 Número de hojas/tallo a los 45 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 24 Número de tallos/planta a los 15 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 25 Número de tallos/planta a los 30 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 26 Número de tallos/planta a los 45 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 27 Cobertura basal a los 15 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 28 Cobertura basal a los 30 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 29 Cobertura basal a los 45 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 30 Cobertura aérea a los 15 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa mas vermicompost.
- 31 Cobertura aérea a los 30 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 32 Cobertura aérea a los 45 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium*

*meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

- 33 Producción de forraje verde (tn/ha) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.
- 34 Producción de Materia seca (tn/ha) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A medida que el hombre fue desarrollando el cultivo de la tierra, está en sus inicios fue muy fértil y no era necesario la utilización de ninguna clase de fertilizante para obtener mayor producción, pero con el transcurso del tiempo la agricultura se fue intensificando y los suelos se han ido degradando a tal punto que en la actualidad se hace necesario utilizar fertilizantes químicos que a su vez degradan el suelo. Por lo que ahora se pretende es mantener el equilibrio ecológico, disminuyendo el uso de los fertilizantes comerciales e incrementando los abonos provenientes de materiales orgánicos.

En nuestro país la producción pecuaria es una de las actividades principales que representan ingresos económicos significativos para los productores, existen limitantes que perjudican a la ganadería así tenemos la falta de alimento para abastecer a los animales, la baja producción del suelo, por el abuso que se le ha dado al mismo. A nivel mundial la tecnificación progresiva de la agricultura llevo a explotar los recursos naturales al límite de sus posibilidades, produciendo efectos indeseados sobre el ambiente, en especial en los países del hemisferio norte. Esto alerta sobre la necesidad de no producir más alteraciones en los ecosistemas, generando una vuelta a los antiguos modos de producción.

Al considerarse a los pastos como la fuente principal en la alimentación animal, también se puede considerar el hecho de producirlos en forma orgánica o ecológica que tiene por objeto principal la producción de alimentos saludables, de mayor calidad nutritiva, sin contaminantes y obtenidos mediante sistemas de trabajos sustentables, aprovechando al máximo los recursos disponibles, preservando el ambiente y buscando rentabilidad para los productores. Las instituciones y universidades han puesto empeño en realizar investigaciones que sean fuentes de conocimientos que aporten al desarrollo de la producción en el país. La alfalfa *Medicago sativa*, es una leguminosa propia de zonas frías, es un pasto de alto valor nutritivo, por su alto contenido de proteína y exquisito para los animales, razón más que suficiente para dirigir nuestra investigación a este recurso forrajero y una fertilización orgánica eficiente utilizando la bacteria

*Rhizobium* más un abono orgánico (vermicompost), con el propósito de poder tener una pradera con buenos rendimientos productivos, de mejor calidad nutritiva para la alimentación de los animales y corroborando con el trabajo que realizan investigadores a favor del ecosistema evitando la contaminación del suelo.

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se da gran importancia a los abonos orgánicos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, los abonos juegan un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos.

Por lo mencionado anteriormente, se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* (2, 3, 4 Kg/ha) más la adición de Vermicompost 6 Tn/ha en la producción de forraje de *Medicago sativa* (alfalfa).
- Determinar el nivel más adecuado que mejore la producción forrajera aplicando *Rhizobium meliloti* más la adición de Vermicompost.
- Establecer el mejor tratamiento mediante el análisis beneficio/costo.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### F. BACTERIA RHIZOBIUM

La bacteria Rhizobium es un bacilo corto algunas veces pleomórfico, Gram negativo, aerobio, no forma espora, móvil por flagelos peritricos o un solo flagelo lateral (FAO, 1995). Pertenece a la familia Rhizobiaceae, este es un género heterótrofo, común en el suelo, su temperatura óptima de crecimiento en condiciones artificiales es de 25°C y su tolerancia al pH entra de 5 a 8.

Sanaratne R., Amornpimol C. (1987), citan que el nódulo es una hipertrofia de la raíz, un órgano especializado donde se realiza la fijación del N<sub>2</sub>.

Vanderleyden, J., Pieterel, R. (1995), indican que existen 3 géneros de esta familia: Rhizobium, Bradyrhizobium y Azospirillum, existiendo diversidad genética entre sí, por ello es bien conocido que los 3 géneros están lejanamente relacionados.

Para Hughes, H. (1981), los Rhizobium son miembros del mundo de plantas microscópicas conocidos con el nombre de bacterias. Bajo el microscopio aparecen generalmente como delgadas varillas de una longitud aproximada de 1/500 mm. Poco después de ser extraídas del nódulo, se presentan en formas peculiares en X, Y o T, o en racimos. Cuando viven en estado libre en el suelo no son capaces de fijar el nitrógeno del aire. Es requisito indispensable una planta huésped adecuada. Como otras bacterias, el Rhizobium se multiplica muy rápidamente en los cultivos de laboratorio, siempre que cuente con condiciones favorables para su crecimiento. Esto hace posible producirlo en grandes cantidades para su inoculación.

Muslera, E. y Ratera, C. (1991), indican que los Rhizobium son bacterias Gram negativas que viven normalmente en el suelo en forma saprófita, utilizando nitrógeno combinado. Son aerobios y su temperatura óptima de crecimiento se encuentra entre 25° C y 30° C, tanto para su crecimiento en laboratorio como la infección y formación de nódulos si bien soportan temperaturas entre 3° C y 33°C.

Tienen movilidad propia por medio de flagelos periféricos y se encuentran normalmente en terrenos donde existen o han existido leguminosas huéspedes. Sin embargo pueden vivir muchos años aun sin presencia del huésped, siempre que las condiciones del suelo les sean favorables.

## **8. Características generales**

Muslera, E. y Ratera, C. (1991), señalan que el grado de efectividad en las simbiosis es variable, y puede oscilar desde asociaciones altamente efectivas hasta una ineffectividad total (parasitismo), con toda una gama de situaciones intermedias. Aunque existen muchos factores externos afectando a la efectividad o eficiencia de la simbiosis el más importante de todos reside en el hecho de que no todos los Rhizobium son capaces de formar nódulos con las diversas especies de leguminosas. Unas especies nodulan solamente con ciertas estirpes o razas de Rhizobium y otras con otros.

Hughes, H. (1981), menciona no todos los Rhizobium son iguales. Unos producen numerosos nódulos pequeños y blancos, diseminados sobre las raíces laterales. Estos Rhizobium no son convenientes porque fijan poco o ningún nitrógeno libre. Otras líneas solo son moderadamente útiles los rendimientos bajos e incluso la pérdida de las cosechas pueden deberse a una nodulación de las raíces realiza por tipos poco convenientes de Rhizobium. Las líneas de Rhizobium eficaces determinan la formación de nódulos grandes de color rosado sobre la raíz principal del sistema radicular y producen la fijación de grandes cantidades de N<sub>2</sub>.

Según [http:// www.agriculturasana.com](http://www.agriculturasana.com). (2007), la fijación biológica del N<sub>2</sub>, solo se observa cuando la bacteria reconoce a su hospedero, lo infecta a través de los pelos radicales para que en la de las corticales induzca una y acelerada que da lugar a un tejido hipertrofiado: El nódulo en el radical de la leguminosa para entonces el Rhizobium ha perdido su pared celular y se ha transformado en un bacteroide, mientras que por la enzima llamada nitrogenasa fija el N<sub>2</sub> y lo convierte en amonio, simultáneamente la leguminosa reduce el CO<sub>2</sub> en que servirán como fuente de energía para el Rhizobium, y con ella al aumentar la reserva deberá mantenerlo activo en el nódulo hasta cubrir las necesidades de N

de la planta. Por tanto el uso de inoculantes a base de Rhizobium que reducen la aplicación de fertilizantes químicos al suelo; incrementan el contenido de N en el cultivo vegetal, su peso seco y mantienen el rendimiento en las leguminosas.

## 9. Especies de Rhizobium

Kimball, P. (1980), la base para su clasificación es su capacidad para nodular con leguminosas específicas. Dicha clasificación se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. GRUPOS DE INOCULACIÓN CRUZADA Y ASOCIACIONES DE RHIZOBIUM – LEGUMINOSA.

Grupo de Inoculación cruzada	Especies de Rhizobium	Género hospedero	Leguminosa incluida
Grupo de alfalfa	R. meliloti	Medicago	Alfalfa
		Melilotus	Trébol dulce
		Trigonella	Alholva
Grupo del trébol	R. leguminosarum biovar trifolii	Trifolium	Trébol
Grupo del Chicharo	R. leguminosarum biovar vicia	Pisum	Chicharo
		Vicia	Haba
		Canthyrus	Almorta
		Lens	Lenteja
Grupo del frijol	R. leguminosarum biovar phaseoli hoy R etli	Phaseolus	Frijol
		Bradyrhizobium Japonicum	Soya
Grupo de la soya	Bradyrhizobium Ssp	Lupinus	Altramuz
Grupo del caupí	Bradyrhizobium Ssp	Arachis	Cacahuete
		Vigna	Caupí

Fuente: Kimball, P. (1980).

[http:// www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2008), manifiesta que de una forma general se han clasificado estas bacterias en 6 grandes grupos, llamados de inoculación cruzada de acuerdo con las especies o géneros de leguminosas.

## **10. Fijación biológica del nitrógeno**

La fijación biológica del nitrógeno es un proceso exclusivo de algunos procariotas para usar el  $N_2$  del aire y reducirlo a amoníaco con la enzima nitrogenasa, para la síntesis de proteínas. (Kimball, P. 1980).

De acuerdo con el mecanismo bioquímico para obtener la energía que les permita fijar el  $N_2$  existen bacterias fotoautotróficas, quimiolitotróficas y heterotróficas de vida libre e el suelo, asociados o en simbiosis en las hojas y/o raíces de plantas. El ejemplo más conocido e investigado incluso a nivel molecular (Vanderleyden y Pieterneel, 1995), es la relación entre las leguminosas y *Rhizobium*. Aunque los dos simbioses pueden sobrevivir independientemente.

Sandowsky J., Kosslar M. (1995), manifiesta que solo cuando la bacteria coexiste íntimamente con la leguminosa se da la fijación del  $N_2$ .

## **11. Potencial de la asociación *Rhizobium*-leguminosa**

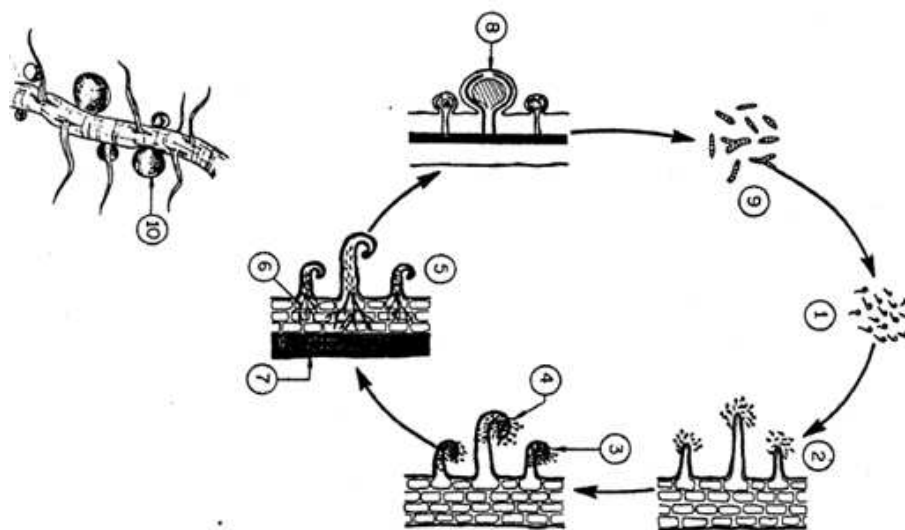
Bajo condiciones favorables, leguminosas como haba y chícharo pueden utilizar el 80 – 90% de sus requerimientos de nitrógeno a través de la fijación simbiótica, mientras que la soya obtiene del 40 al 60% (Sánchez, D. y Yáñez, R. 1997).

En trabajos realizados con *Rhizobium leguminosarum* en haba, lenteja y soya se incrementó significativamente la nodulación, el peso seco de las leguminosas, su contenido en nitrógeno y su rendimiento (Carrera, O. et al., 2004). El establecimiento de la simbiosis para atrapar el  $N_2$  entre *Rhizobium* y la leguminosa es un proceso complejo, donde la formación de nódulos la captación del  $N_2$  se da en etapas sucesivas. El *Rhizobium* induce en la leguminosa el nódulos en su raíz, los dos organismos establecen una cooperación metabólica, las bacterias reducen  $N_2$  a amonio ( $NH_4$ ), el cual exportan al tejido vegetal para su asimilación en proteínas y otros compuestos nitrogenados complejos, las hojas reducen el  $CO_2$  en azúcares durante la y lo transportan a la raíz donde los bacteroides de *Rhizobium* lo usan como fuente de energía para proveer ATP al proceso de inmovilizar  $N_2$ .

La asociación se inicia con el proceso de infección, cuando las bacterias son estimuladas por los exudados radicales y proliferan lo que induce un alargamiento y curvado de los pelos radicales y posterior formación de una tubular llamada cordón de infección (Long, N. 1989).

Este se desarrolla en el interior del punto de adhesión a la bacteria y forma un canal en el interior del pelo. El Rhizobium es conducido a través del cordón hasta la base del pelo (Burity, U. 1989).

El cordón de infección atraviesa la pared de cortical adyacente, pierde la pared celular, se establece Rhizobium; después se engloba por la membrana plasmática del hospedero, lo que resulta en la formación del nódulo. Las bacterias y las células de la corteza radical se diferencian y comienza la fijación simbiótica del  $N_2$  y el intercambio metabólico fijado el  $N_2$ , se transporta rápidamente del nódulo al resto de la planta. La reducción de  $N_2$  molecular a amonio, se lleva a cabo por los nitrógenos, que requiere ATP y de la hemoglobina, además de transferir  $O_2$  y estimular la oxidación de la reserva del carbono, cubrir el alto gasto de energía que el Rhizobium requiere para incorporar el  $N_2$ . La hemoglobina es codificada por un gen de la leguminosa, esta proteína se localiza en el nódulo fuera de la bacteria y es distinta para cada tipo de Rhizobium como se ilustra en gráfico 1.



Fuente: [Http// www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2008).

Gráfico 1. Cinemática dinámica de formación de un nódulo en la raíz en una leguminosa, causado por Rhizobium.

Explicación el gráfico:

1. Rhizobium libre.
2. Rhizobium atraído por el pelo radical.
3. Inicio de la infección por Rhizobium en el pelo radical.
4. Cayado del pastor (pelo radical, infectado por Rhizobium)
- 5 y 6. El cordón de infección de Rhizobium invade la matriz de células corticales de la leguminosa en la raíz.
7. Rhizobium se reproduce en células haploides de la raíz y pierde su pared celular se sobre produce auxina.
8. Resultado se da la hipertrofia radical y aparece el nódulo.
9. Rhizobium sin pared (Bacteroide) en las células corticales fija nitrógeno.
10. El nódulo con hemoglobina fija  $N_2$ .

## **12. Inoculación**

[http:// www.agrociencia.com](http://www.agrociencia.com). (2008), manifiesta a pesar de que Rhizobium es un habitante común en los suelos agrícolas, frecuentemente es insuficiente para alcanzar una relación benéfica con la leguminosa, o bien cuando los rhizobios nativos no fijan cantidades suficientes de  $N_2$  para las leguminosas es necesario inocular la semilla a la siembra y asegurar la fijación biológica del  $N_2$ .

La utilización de un Rhizobium infectivo (capacidad de nodular) y efectivo (para la fijación del  $N_2$ ) en la leguminosa, implica determinar la necesidad de inoculación. Para ello se corrobora la existencia del tipo de Rhizobium nativo en el suelo, su eficiencia para fijar  $N_2$ , la concentración de N del suelo y si la leguminosa elegida se siembra con frecuencia en la región para mantener su rendimiento.

Lo ideal es seleccionar un Rhizobium altamente infectivo y efectivo para lograr una disminución máxima del fertilizante nitrogenado sin decremento en el rendimiento de la leguminosa. Un ejemplo de lo anterior se da en el cuadro 3 en la que se presentan en general las diversas especies de Rhizobium en relación con algunos tipos de leguminosas viables de inocular.

[http:// www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2008), señala que en general, la inoculación se puede leguminosa. Para controlar la congestión de un inoculante de una leguminosa específica, es necesario mantener un número de Rhizobium de aproximadamente 10<sup>6</sup> bacterias/g de inoculante y determinar si es específico para la leguminosa a prueba. Así, un producto microbiano o inoculante, debe por lo menos mantener la producción de un cultivo agrícola con menos dosis de fertilizante nitrogenado y con ello un ahorro en el costo de producción, minimizar la contaminación de aguas superficiales y mantos acuíferos y por supuesto la conservación del suelo, en un esquema de producción sustentable.

[http:// www.monografias.com](http://www.monografias.com). (2006), indica que existen varios tipos de inoculantes, pero el más común es un soporte a base de turba impregnada con un cultivo bacteriano. A pesar de que desde 1880 los inoculantes han sido comercializados, como un producto biológico requiere de un riguroso herbicida de tipo microbiológico que garantice el éxito esperado con la leguminosa seleccionada. Ya que un manejo inadecuado en su producción y manejo trae en consecuencia una baja efectividad al aplicarse en la leguminosa, debido a:

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

### **13. Inoculación artificial de la alfalfa**

<http://www.agrositio.com>. (2008), recalca que la inoculación artificial consiste en adicionar bacterias radicícolas específicas - llamadas Rhizobium meliloti - a la semilla antes de sembrarla. De esta forma se incorpora al suelo cepas seleccionadas de rhizobios que permitirán al agricultor aprovechar a muy bajo costo esa fuente abundante de nitrógeno que forma el 78 % del aire. Se calcula

que por actividad simbiótica la alfalfa fija aproximadamente 200 Kg. de nitrógeno por hectárea y por año, equivalente a 435 Kg. de urea comercial al 46 %.

Para obtener una buena nodulación deben utilizarse cepas elegidas por su gran capacidad de formar nódulos (virulencia) y por su gran capacidad de fijar nitrógeno del aire (eficiencia). No obstante ello el éxito de la inoculación dependerá de las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo. Por ejemplo, la nodulación puede fracasar parcial ó totalmente por desecación, temperatura elevada, por suelos ácidos, en suelos ricos en nitrógeno asimilable - especialmente nitratos- o pobres en fósforo, potasio y otros elementos tales como azufre, molibdeno, cobalto, boro, etc.

<http://www.agrositio.com>. (2008), añade que de contar con condiciones óptimas y estando las bacterias específicas (las bacterias radicícolas que forman nódulos en la alfalfa no lo hacen en la soja, por ejemplo) en contacto con la semilla, la planta nodula a los pocos días de germinar la simiente, desarrollándose vigorosamente ya que recibe una alimentación nitrogenada uniforme y balanceada durante su crecimiento, ventajas que no se logran cuando se fertiliza con nitrógeno.

Al observar raíces de plantas inoculadas con cepas eficientes encontramos grupos de nódulos grandes a medianos, rosados, carnosos, de diversas formas, alojados en la proximidad del cuello y de las primeras raíces secundarias -zonas donde la oxigenación es mayor y por consiguiente la actividad de los nódulos es superior que cuando se forman más abajo, a menos que se haya implantado la alfalfa en un suelo liviano. Si cortamos un nódulo eficiente encontraremos una zona central de tejido rojo, debido a la presencia del pigmento leghemoglobina que se produce en las fases activas de fijación.

En las asociaciones ineficientes se observan en las raíces un gran número de nódulos pequeños, duros, esféricos, de color blanco ó verde, repartidos por todo el sistema radicular. Si bien las bacterias radicícolas normalmente viven en el suelo, pueden estar en escasa cantidad o faltar, a ser predominantemente de una eficiencia moderada, difícil de determinar por el hombre de campo, razones por las cuales se aconseja realizar en cada siembra la inoculación artificial de la semilla.



<http://www.infoagro.com>. (2008), indica que los puntos básicos para lograr éxito en la inoculación son los siguientes:

- Que el inoculante sea específico para alfalfa (*Rhizobium meliloti*).
- Que no se utilice pasada su fecha de vencimiento.
- Que los recipientes o paquetes de inoculantes deben mantenerse en lugares frescos evitando sitios muy calurosos o secos hasta su uso.
- No abrir los envases hasta poco antes de su empleo.
- Enmendar con cal los suelos demasiados ácidos y/o fertilizar aquellos que son deficientes
- Debe sembrarse en un suelo con el máximo de humedad compatible con la siembra mecánica para asegurar pronta germinación y nodulación precoz.
- Profundidad de siembra adecuada, para evitar la desecación de la capa que cubre la semilla con el inoculante, procurando que aquella quede bien tapada.
- Deben utilizarse cura semillas que no afecten los rhizobios.
- Controlar enfermedades, plagas y malezas, oportunamente, utilizando biocidas que no afecten a los rhizobios.

#### **14. Beneficios de la inoculación**

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

### **G. ABONOS ORGÁNICOS**

#### **3. Descripción**

<http://www.geocities.com>. (2007), señala que son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la

cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas), humus, compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados. Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

<http://www.dobleu.com>.(2005), indica que la fertilización con productos orgánicos tienen una gran importancia tanto Económica, Social y Ambiental; ya que reduce los costos de producción existentes, ayuda a una producción de buena calidad para la población y ayuda a reducir la contaminación en general. Por otra parte ayuda a que el recurso suelo produzca más y se recupere paulatinamente; su elaboración es sencilla y económica, ya que se hace con insumos o desperdicios locales que se tiene a disposición.

### **c. Vermicompost**

<http://www.emison.com>. (2009), indica que el vermicompost es conocido con muchos nombres comerciales en el mundo de la lombricultura: casting, lombricompost, wormcasting y otros nombres comerciales dependiendo de la casa que lo produzca. Se le considera el mejor abono orgánico. Está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. El vermicompost es un abono rico en fitohormonas, sustancias producidas por el metabolismo de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta.

Estos agentes reguladores del crecimiento son:

- La Auxina, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración y la cantidad y dimensión de los frutos.

- La Gibberelina, favorece el desarrollo de las flores, aumenta el poder germinativo de las semillas y la dimensión de algunos frutos.
- La Citoquinina, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos.

#### **d. Propiedades del Abono Orgánico (Vermicompost)**

<http://www.infoagro.com>. (2007), indica que los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan sobre el suelo tres tipos de propiedades:

#### **4) Propiedades Físicas**

- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando los sueltos y arenosos.
- Disminuye la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
- Por su color oscuro, absorbe más la radiación solar, con lo que el suelo adquiere más temperatura, lo cual ayuda a absorber los nutrientes con mayor facilidad.
- Aumenta la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retiene durante mucho tiempo el agua en el suelo durante el verano.
- Mejora la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de este.

#### **5) Propiedades Químicas**

- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumenta la fertilidad.
- Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre, Y Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.

## 6) Propiedades Biológicas

- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

## 4. Ventajas y desventajas de la aplicación de abono orgánico

### c. Ventajas de los abonos orgánicos

<http://www.proamazonia.gov.pe>. (2007), menciona que los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo.

El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

En relación con el suelo, el uso de abono orgánico contribuye con:

- Mejora la fertilidad biológica del suelo.
- Mejora la textura del suelo.
- Incrementa la infiltración del agua.
- Se retiene la humedad, provocando un mejor uso del agua de riego.

- Se mejoran los rendimientos de los productos.
- Mantiene microorganismos que sintetizan los nutrientes, y las toman estos nutrientes en medida de sus necesidades.

#### **d. Desventajas**

<http://www.infojardin.com>. (2006), únicamente señala las siguientes desventajas:

- En un inicio requiere mucho trabajo.
- El efecto sobre la producción es más lento, comparándolo con el de abonos químicos.

### **H. IMPORTANCIA DE LOS ABONOS ORGÁNICOS**

<http://www.geocities.com>. (2004), indica que la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos 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. No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental.

Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos. Actualmente, se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales.

Existen incluso empresas que están buscando en distintos ecosistemas naturales de todas las partes del mundo, sobre todo tropicales, distintas plantas, extractos de algas, etc., que desarrollan en las diferentes plantas, distintos sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas. De esta forma, en distintas fábricas y en entornos totalmente naturales, se reproducen aquellas plantas que se ven más interesantes mediante técnicas de biotecnología.

En estos centros se producen distintas 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 y frutales. El aporte de distintos elementos nutritivos es fundamental para el desarrollo fisiológico normal de la planta, ya que alguna carencia en los mismos, pueden provocar deficiencias en la planta que se pueden manifestar de diferentes formas.

## **I. USO DEL ABONO ORGÁNICO**

### **3. Formas de uso**

<http://www.proamazonia.gob.pe>. (2007), indica que la cantidad y forma de aplicar el abono varía en función del cultivo, tipo y calidad del suelo, entre otros. También señala que al abono orgánico, se puede dar los siguientes usos:

- Úselo para acondicionar la tierra. Ayuda a mantener el terreno arcilloso mejor aireado, y ayuda a que el terreno arenoso retenga mejor la humedad.
- Utilícelo como capa de abono de cobertura.
- Espárzalo alrededor de arbustos y árboles.
- Úselo como mantillo.
- Empléelo como tónico para plantas enfermizas.
- Agréguelo a la mezcla de tierra para macetas. En general, una combinación de 1 parte de arena por 2 partes de abono orgánico cribado y 1 a 2 partes de tierra da buen resultado.

### **4. Cantidades a utilizar**

La Fundación Salvadoreña para la Promoción Social y el Desarrollo Económico. (2000), enuncia que el abono orgánico puede ser aplicado antes ó después de la siembra, la cantidad de abono a aplicar será la siguiente:

- Terrenos muy pobres: Se aplicará de 100 a 150 quintales por hectárea.
- Terrenos regulares: se aplicará de 75 a 80 quintales por hectárea.

- Terrenos buenos: Se aplicará 50 quintales por hectárea.

## **J. *MEDICAGO SATIVA* (ALFALFA)**

### **9. Origen de la alfalfa**

<http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa.htm>. (2009), señala que la alfalfa se cultiva desde tiempos inmemoriales en Europa, Asia y África como planta forrajera. Se le considera la planta forrajera con el mayor valor alimenticio de todas. También se dice que produce la mayor cantidad de proteína por hectárea que cualquier otra planta forrajera. En partes de China y Rusia las hojas tiernas de la alfalfa se usan como verdura. Es probable que hayan sido pastores o ganaderos los primeros en notar la influencia que esta hierba ejercía sobre el ganado al pastar. Con el devenir del tiempo, la planta pasó a ser un cultivo para la salud. Ya los chinos la usaban para estimular el apetito y para tratar los problemas digestivos, especialmente las úlceras.

En la vieja medicina tradicional ayurvédica la alfalfa era utilizada para tratar úlceras, para aliviar dolores artríticos y contra la retención de fluidos. Los herbolarios la consideran como una gran planta. La planta es tan rica en calcio que las cenizas de sus hojas son casi 99% de calcio puro. También es una buena fuente de vitaminas y minerales. Se le suele considerar como un alimento medicinal. Además de su valor nutricional reconocido, la alfalfa tiene un valor medicinal. Desde principios del siglo XX se empezaron a realizar estudios científicos acerca de las propiedades de la alfalfa. Los primeros estudios realizados en animales corroboraron el gran poder alimenticio de la alfalfa. Pronto se empezó a usar como reforzador de la alimentación humana y como medicina.

### **10. Composición química**

<http://www.mailxmail.com>. (2009), añade que la alfalfa contiene: proteínas, grasas, hidratos de carbono; minerales (sodio, magnesio, potasio, azufre, calcio, fósforo, hierro, cobalto, manganeso, cobre, molibdeno, boro, cloro, así como trazas de zinc, estroncio, níquel y plomo). Entre las vitaminas es importante su

contenido en vitamina K y Vitamina C. Además posee caroteno, Vitaminas D y E, tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido pantoténico, piridoxina, inositol, biotina, ácido fólico, vitamina U y B12 o cianocobalamina. Además contiene sustancias hormonales de actividad estrogénica, habiéndose encontrado tres con estructura típica de isoflavonas: genisteína, biocamina A, cumestrol. Se ha encontrado también una sustancia antigonadatropa capaz de interferir la lutehormona (LH). Así mismo contiene importantes enzimas digestivas, como lipasa, amilasa, coagulasa, emulsina, invertasa, peroxidasa, pectinasa, proteasa. Otro importante hallazgo en la Alfalfa es la vitamina U o metilmencionina, presente también en la Col, en el Plátano y en la Levadura de cerveza. También se han encontrado saponinas diversas y es fuente importante de clorofila y carotenos.

### **11. Características botánicas**

<http://www.abcagro.com>. (2008), añade que esta forrajera (*Medicago sativa*) pertenece a la familia de las leguminosas, es una planta perenne, con una raíz pivotante principal muy desarrollada y muchas raíces secundarias. Al tener un gran sistema radicular (de hasta 5 m de longitud), resiste mucho la sequía pues las raíces tienen un gran campo de acción. Por lo que habrá que utilizar suelos profundos en este cultivo. Es una planta muy adecuada para la siega al poseer tallo erecto y consistente.

Las primeras hojas verdaderas son unifoliadas, aunque las normales son trifoliadas y pecioladas. Los folíolos se presentan en formas más o menos oblongas y anchas. Las flores, que se presentan en racimos axilares, son grandes (8-10 mm), con la corola violácea o azul. En la alfalfa común (*Medicago sativa*) el fruto es indehisciente. Cada legumbre alberga semillas arriñonadas de 1,5 a 2,5 mm de longitud.

### **12. Datos técnicos**

#### **e. Método de siembra**

<http://www.infoagro.com>. (2006), recomienda la siembra al voleo o con una



sembradora de granos pequeños a una profundidad de 1.5 a 2.0 cm.

**f. Densidad de siembra:**

La densidad de siembra es de 35 – 40 kg/ha.

**g. Riego**

Se debe aplicar el riego de germinación y de uno a dos riegos de auxilio después de cada corte. Es necesario evitar los excesos de humedad o encharcamientos, ya que estos provocan ahogamiento de las raíces y muerte de la planta.

**h. Cosecha**

[http://: www.infojardin.com](http://www.infojardin.com). (2008), señala que en la determinación del momento más idóneo para cortar la alfalfa intervienen no solo las relaciones entre la calidad y la cantidad de los rendimientos, sino también otros factores, uno de los factores importantes es la variable sometida a poco o ningún control, el tiempo. El corte realizado cuando el cultivo tiene 10% de su floración (cuando el 10% de sus flores están abiertas), proporcionan la mejor combinación entre apetecibilidad, contenido de proteína, valor nutritivo y rendimientos.

Se ha demostrado que el último corte en otoño puede afectar la capacidad de las plantas para sobrevivir en el invierno y en zonas frías, dicho corte se debe dar al menos cuatro semanas antes de la fecha media de la primera helada intensa, para dar lugar a que las plantas tengan tiempo de recuperarse y producir adecuadas reservas de alimento en las raíces que le permitirán soportar el invierno con éxito.

**13. Exigencias del cultivo**

<http://www.agrobit.com>. (2007), indica que la temperatura con la que germina la semilla es de 2 a 3° C. A medida que incrementa la temperatura la germinación es más rápida su óptimo en 28-30° C. Esta planta es muy resistente al frío,

soportando temperaturas de hasta  $-15^{\circ}$  C. También es planta resistente a la sequía aunque necesita grandes cantidades de agua para formar la materia seca (800 litros de agua para 1 kg de materia seca). Si queremos que este cultivo sea aún más resistente a la sequía tendremos que hacer aportaciones importantes de potasio. En el invierno, tolera los encharcamientos de agua durante 2 ó 3 días, no así en el período de crecimiento vegetativo. Si el encharcamiento se prolongase las raíces morirían por asfixia radicular.

<http://www.viarural.com.ar>. (2007), explica que el suelo no debe tener una acidez elevada. Si el pH estuviese por debajo de 6 habría que encalar los suelos cada dos años. 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. Los efectos de esta cal son muy beneficiosos para la alfalfa pues: elevan el pH, aumentan el contenido de ión cal y frena la absorción de aluminio y manganeso (perjudiciales para la planta).

El óptimo de pH sería 7,5 para este cultivo. Cuando la planta es pequeña es bastante sensible a la salinidad, tanto del agua como del suelo; esto no ocurre cuando la planta tiene mayor porte. Los suelos con menos de 60 cm de profundidad no son aconsejables para la alfalfa.

#### **14. Abonado**

<http://www.agrobit.com.ar>. (2008), indica que en cualquier caso es conveniente estercolar el suelo antes de la implantación del cultivo. Aparte de esto, es recomendable echar unos 100 kg de  $P_2O_5$  y 150 kg de  $K_2O$ . Las aportaciones de nitrógeno deben ser moderadas, del orden de 25-30 kg por ha. También se ha comprobado que hay un aumento de la producción con aportaciones de Boro y Molibdeno. En la alfalfa de secano los abonados se han reducido al mínimo y actualmente lo único que se echa es superfosfato antes de la siembra.

#### **15. Plagas de la alfalfa**

<http://www.monografias.com>. (2008), manifiesta que las principales plagas y

enfermedades que atacan a la alfalfa son:

- Palomillas o polillas (*Loxostege sticticalis* y *Dichomeris lotellus*): son lepidópteros que causan graves daños al cultivo. Antes de hacer el tratamiento con Foxim 3% hay que hacer una siega a la alfalfa.
- Gusano verde (*Phytonomus variabilis*): es un coleóptero de la familia de los Cucurliónidos que no sólo ataca a la alfalfa sino a mucho otros cultivos forrajeros. Contra esta plaga se puede aplicar en el tratamiento: Tau fluvalinato, Deltametrín, Carbaril, Cipermetrín, Malathión, Foxim.
- Cuca (*Colaspidema atrum*): es un coleóptero de la familia de los Crisomélidos que causa estragos en este cultivo. Contra la cuca se pueden aplicar alguno de los siguientes productos: Alfacipermetrín, Malathión, Cipermetrín, Fosalone, etc.

Otras plagas que también afectan a la alfalfa pero con menor incidencia son:

- Rosquilla negra (*Spodoptera littoralis*)
- Gardama (*Laphygma exigua*)
- Gusanos grises (*Agrotis segetum*)

## **16. Enfermedades de la alfalfa**

- Mal vinoso de la alfalfa (*Rhizoctonia violacea*): la variedad *medicaginis* es la que más afecta a la alfalfa y sobre todo en el norte de España. Tratar con pentacloronitrobenceno al 20% (PCNB).
- Roya (*Uromyces striatus*): sobre todo ataca en invierno que es cuando hay más humedad en el ambiente. No se conocen tratamientos efectivos contra esta enfermedad.
- Mildiu (*Peronospora trifoliorum*): origina enanismo en la planta al acortar los entrenudos de la misma.
- Viruela de la hoja (*Pseudopeziza medicaginis*): los ataques de este hongo también se producen en ambientes húmedos y frescos y tampoco se conocen medios para acabar con la enfermedad.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### I. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo en la Parroquia Mulliquindil la que se encuentra a una altitud de 2685 m.s.n.m, a 78° 4` y 1° 38` de Latitud sur. La duración del trabajo experimental fue de 120 días, las condiciones meteorológicas así como las características del suelo de la zona de influencia se detallan en el cuadro 2 y 3 respectivamente.

#### 3. Condiciones meteorológicas

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA PARROQUIA MULLIQUINDIL.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Temperatura	°C	13 -16
Humedad relativa	%	63
Precipitación anual	mm	470

Fuente: Revista Mulliquindil (2008).

#### 4. Características del suelo

Cuadro 3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

PARÁMETROS	VALORES
pH	7.1N
Materia Orgánica (%)	2.7B
Tipo de Suelo	Arcilloso
Pendiente	2%

Fuente: Laboratorio de suelos, FRN. (2010).

## **J. UNIDADES EXPERIMENTALES**

La investigación propuesta se desarrolló en un cultivo ya establecido de alfalfa (*Medicago sativa*). Las unidades experimentales estuvieron constituidas por parcelas de 3 x 4 metros para cada tratamiento.

Para la investigación se aplicaron tres tratamientos más un testigo con tres repeticiones, teniendo un total de 12 unidades experimentales, las parcelas fueron delimitada con estacas y rótulos de identificación, el área total del campo experimental fue de 144 m<sup>2</sup> de área útil.

## **K. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES**

### **3. De campo**

- Material Vegetativo ya establecido
- Hoces
- Tijera
- Estacas
- Baldes
- Piola
- Rastrillo
- Carretilla
- Flexómetro
- Azadones
- Regla graduada
- Rastrillos
- Rótulos de Identificación

### **Equipos:**

- Tractor
- Remolque forrajero

- Balanza de precisión
- Cámara fotográfica

#### **Fertilizante:**

- Vermicompost
- Rhizobium meliloti

#### **4. De laboratorio**

- Estufa
- Fundas de Papel
- Balanza
- Computadora

### **L. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se evaluó tres tratamientos de *Rhizobium meliloti* (2, 3, 4 kg/ha) más la adición vermicompost (6 tn/ha), frente a un tratamiento testigo, buscando la mejor respuesta de fertilización, para mejorar el potencial productivo del *Medicago sativa* (alfalfa) (cuadro 4).

Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (D. B. C. A.), en donde se evaluó tres tratamientos y un tratamiento testigo y cada uno de estos con tres repeticiones en dos cortes consecutivos. Los mismos que se ajustan al siguiente modelo lineal aditivo:

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

Donde:

$Y_{ijk}$  = Parámetro de evaluar.

$\mu$  = Media general.

$T_i$  = Efecto de los tratamientos.

$B_j$  = Efecto de los bloques.

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

Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Nivel de <i>Rhizobium</i> <i>melliloti</i>	Código	Repeticiones	Superficie/ parcela neta m <sup>2</sup>	Superficie / tratamiento m <sup>2</sup>
Control	T0	3	12	36
2 kg/ha	T2	3	12	36
3 kg/ha	T3	3	12	36
4 kg/ha	T4	3	12	36
Superficie total				144

## M. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Altura de la planta cm.
- Número de hojas por tallo.
- Número de tallos por planta.
- Cobertura aérea (%).
- Cobertura basal (%).
- Producción de forraje verde y materia seca Tn/ha.
- Beneficio/costo.

## N. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos en la presente investigación se sometieron a las siguientes técnicas estadísticas:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para las diferentes variables (cuadro 5).
- Separación de medias según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).
- Análisis de Regresión y correlación.

Cuadro 5. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	11
Niveles de <i>Rhizoibium meliloti</i>	3
Repeticiones	2
Error	6

## O. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La investigación propuesta se desarrollo en un cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*), en la Provincia de Cotopaxi. Se partió con un corte de igualación; se efectuó el análisis químico del suelo antes de la aplicación de los diferentes tratamientos para la correspondiente discusión con los resultados obtenidos. Las únicas labores culturales del cultivo se resumen en el control de malezas y la aplicación del riego en función de las condiciones ambientales que predominen en la zona de estudio. La evaluación de la producción de forraje verde y materia seca se realizo en la época de prefloración basada en lo que exponen la literatura científica encontrada.

## P. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

### 8. Altura de la planta a los 15, 30 y 45 días (cm)

Se expresa en centímetros tomando la misma desde la superficie del suelo, hasta la media terminal de la hoja más alta, se efectuó a los 15, 30 y 45 días luego del corte de igualación, para ello se tomaron ocho plantas al azar y registró el promedio de la altura.

### 9. Número de hojas por tallo a los 12, 30 y 45 días

Se utilizaron de la planta 8 tallos de los cuales se conto el número de hojas



existentes y se saco un promedio.

#### **10. Número de tallos por planta**

Se evaluó tomando en cuenta 8 plantas al azar y se conto el número de tallos por planta en las unidades experimentales.

#### **11. Cobertura basal %**

Para determinar la cobertura basal se utilizó el método de la línea de Canfield, para lo cual se mide el área ocupada por la planta en el suelo, se suma el total de las plantas presentes en el transepto y por relación se obtiene el % de cobertura.

#### **12. Cobertura aérea %**

El procedimiento es igual que para la determinación de la cobertura basal con la diferencia que la cinta se ubica a la altura media de la planta.

#### **13. Producción de forraje en materia verde y seca Tn/ha**

La producción de forraje se evaluó, aplicando el método del cuadrante el cálculo mediante una regla aritmética y se expreso en Tn/ha; de esta muestra se tomo una sub muestra para determinar la materia seca.

#### **14. Evaluación Económica**

Este parámetro se evaluó a través del análisis Beneficio/costo, en la cual se relaciona los egresos sobre los beneficios del cultivo.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **D. PRIMER CORTE**

#### **7. Altura de la planta a los 15, 30 y 45 días (cm)**

Reportándonos en el cuadro 6, la altura de la alfalfa a los 15 días, la misma que estuvo bajo la influencia de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* no se registró diferencias significativas ( $P>0.05$ ), a pesar de ello se puede manifestar que al utilizar 3 kg de *Rhizobium meliloti*/ha se observó 43,50 cm de altura, superando numéricamente los niveles extremos, 2 y 4 Kg/ha, en el cual se registraron 40,46 y 39,67 cm de altura, más aun cuando se compara con el tratamiento control, se alcanza un valor de 38,17 cm, siendo inferior a todos los niveles. Al comparar con Aragadvay, G. (2010), el mismo que utilizó una dosis de 500 g/ha de *Rhizobium meliloti* alcanzó una altura de 40,38 cm, similar al utilizar 2 Kg/ha, siendo este mismo valor superior al tratamiento control y 4 kg/ha, sin embargo este valor es inferior al aplicar 3 kg/ha, se debe a la zona en la que se realizó la investigación a las condiciones ambientales, al tipo de suelo y al tiempo de establecimiento de la alfalfa.

A los 30 días, la altura de la alfalfa no registro diferencias significativas ( $P>0.05$ ), a pesar de ello se puede manifestar que la mayor altura fue de 67,63 cm al utilizar 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti* valor que supera entre los tratamientos, 0, 2 y 4 kg/ha los cuales registraron 67,54, 65,96, y 67 cm respectivamente. Una vez transcurrido 45 días de la aplicación de *Rhizobium meliloti*, la altura de la alfalfa no registro diferencias significativas ( $P>0.05$ ), a pesar de ello se reporta que la mayor altura fue de 97,92 cm que se obtuvo al aplicar 4 kg/ha más vermicompost, esto se debe a que el aprovechamiento de los nutrientes se obtiene cuando la planta tiene mayor masa vegetal, es decir cuando tiene más de 30 días de edad, mientras que al utilizar 0, 2 y 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti*, la altura en promedio por tratamiento fue de 88,71, 89,58 y 95,96 cm. Según Aragadvay, G. (2010), la altura de la planta a los 45 días fue de 93.00 cm al utilizar 750 g/ha de *Rhizobium meliloti*, y con el tratamiento control alcanzó 81.33 cm, valores que se encuentran dentro de los encontrados en la investigación.

Cuadro 6. COMPORTAMIENTO AGROBOTANICO DEL ALFALFA COMO RESPUESTA A LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE *RHIZOBIUM MELILOTI* MÁS VERMICOMPOST EL CULTIVO DE *MEDICAGO SATIVA* (ALFALFA) EN EL PRIMER CORTE.

Variables	Niveles de <i>Rhizobium meliloti</i> (kg/ha) más vermicompost				CV %	Media	Sign
	Control	2.00	3.00	4.00			
Altura de la planta a los 15 días (cm)	38.17 a	40.46 a	43.50 a	39.67 a	7.22	40.45	ns
Altura de la planta a los 30 días (cm)	67.54 a	65.96 a	67.63 a	67.00 a	5.78	67.03	ns
Altura de la planta a los 45 días (cm)	88.71 a	89.58 a	95.96 a	97.92 a	7.26	93.04	ns
Número de hojas/tallo a los 15 días	13.88 b	11.67 b	17.42 ab	24.74 a	17.82	16.92	**
Número de hojas/tallo a los 30 días	28.37 a	27,63 a	27,83 a	32.04 a	5.72	28.97	ns
Número de hojas/tallo a los 45 días	46.33 a	52,42 a	52.17 a	52.96 a	12.90	50.97	ns
Número de tallos a los 15 días	32.00 a	31.66 a	33.66 a	34.33 a	9.05	32.91	ns
Número de tallos a los 30 días	34.66 a	36.33 a	36.33 a	35.66 a	10.72	35.75	ns
Número de tallos a los 45 días	39.66 a	39.00 a	41,00 a	36,33 a	8.68	39.00	ns
Cobertura basal a los 15 días %	43.00 a	40.66 a	39.00 a	41.66 a	9.87	41.08	ns
Cobertura basal a los 30 días %	47.66 a	49.33 a	49.33 a	47.66 a	5.65	48.50	ns
Cobertura basal a los 45 días %	51.33 a	51.33 a	50.66 a	51.66 a	4.07	51.25	ns
Cobertura aérea a los 15 días %	74.55 a	73.44 a	78.67 a	81.33 a	7.29	77.00	ns
Cobertura aérea a los 30 días %	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a	0.00	100.00	ns
Cobertura aérea a los 45 días %	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a	0.00	100.00	ns
Producción de forraje verde (tn/ha/c)	18.41 d	20.15 c	24.42 a	23.19 b	0.04	21.54	**
Producción de Materia seca (tn/ha/c)	4.70 d	5.05 b	6.10 a	5.85 c	1.19	5.43	**

Fuente: Tenorio, C. (2010).

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey al 5%.

CV %: Coeficiente de variación.

ns: no significativo ( $P > 0,05$ ).

\*\* : Altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

Dannelis, C. (1994), reporta que la altura de la alfalfa fue de 77 cm cuando se utilizó micro elementos, siendo inferiores a los alcanzados a los 45 días en la presente investigación, puesto que se registró 97,92 cm, esto se debe a que el *Rizobium meliloti* ayuda a incorporar nitrógeno atmosférico en el suelo, el mismo que favorece al desarrollo de la altura de la planta.

### **8. Número de hojas por tallo a los 15, 30 y 45 días**

El número de hojas por tallo durante los 15 días, que presento el cultivar de alfalfa registraron medias de 16,92 hojas/tallo con un coeficiente de variación de 17,82%. Al someter los resultados experimentales al análisis de varianza, se pudo identificar diferencias significativas ( $P < 0,01$ ), observándose en el cuadro 6 que al aplicar 4 kg/ha *Rhizobium meliloti* más vermicompost alcanzó mayor número, 24,74 hojas/tallo, valor que difiere de los tratamientos control, 2 y 3 kg/ha, con los cuales se registraron 13,88, 11,67 y 17,42 hojas/tallo, esto quizá se deba a que a mayor cantidad de *Rhizobium meliloti* en la primera etapa del cultivo de alfalfa, mayor es la cantidad de hojas/tallo.

Al realizar el análisis de regresión que se indica en el gráfico 2, se puede identificar una tendencia cuadrática altamente significativa con una ecuación de  $y = 13.79 - 4.43x + 1.81x^2$ , que partiendo de un intercepto de 13,79 el comportamiento del número de hojas de la alfalfa inicialmente desciende en 4,43 unidades, con la aplicación del grupo control (T0), para posteriormente, al adicionar mayores niveles como son 2, 3 y 4 Kg /ha de *Rhizobium meliloti*, (T1, T2 y T3 respectivamente), se eleva el número de hojas en 1,81 unidades, con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 78,05% y una correlacional  $r = 0,88$ , que indica una asociación alta del número de hojas en función de los niveles de *Rhizobium meliloti* aplicados a la parcela de alfalfa.

A los 30 días, en promedio se registró 28.97 hojas por tallo y un coeficiente de variación de 5.72 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza no se determinó diferencias estadísticas. Finalmente a los 45 días, la alfalfa registró en promedio 50.97 hojas/tallo con un coeficiente de variación de

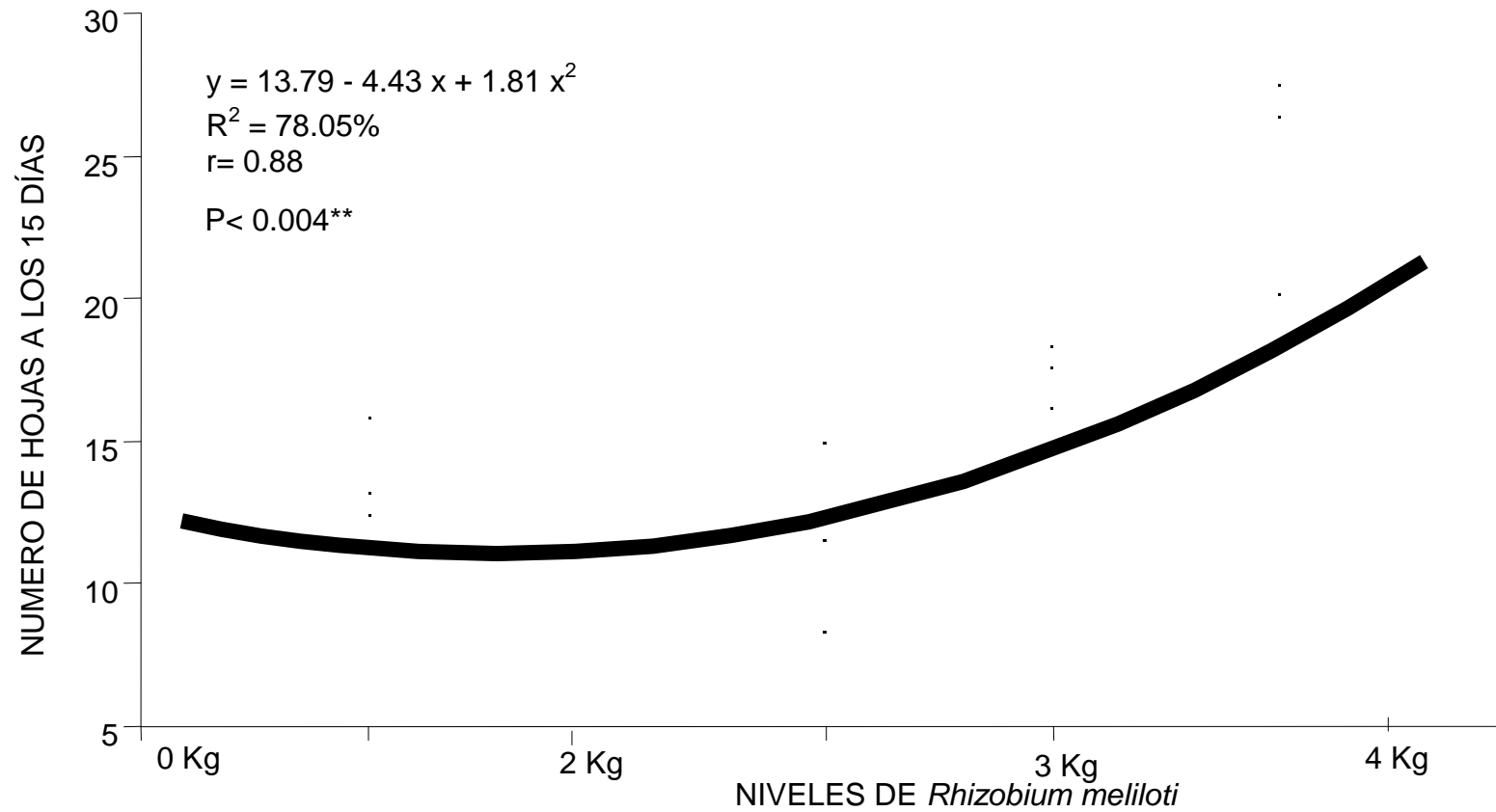


Gráfico 2. Regresión del número de hojas a los 15 días del *Medicago sativa* (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost en el primer corte.

12.96, a pesar de no registrar diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo casi iguales los tratamientos 2, 3 y 4 kg/ha de *Rhizobium meliloti*/ha, mientras que al utilizar el tratamiento control se obtuvo el menor número 46.33 hojas / tallo.

### **9. Número de tallos por planta a los 15, 30 y 45 días**

Dentro del número de tallos/planta no se registraron diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ), entre los tratamientos evaluados, encontrándose los siguientes resultados:

A los 15 días de evaluación del número de tallos/planta se encontraron diferencias numéricas más no estadísticas lo que se puede manifestar que el mayor número de hojas por tallo se obtuvo a base del tratamiento 4 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más vermicompost con 34.33 tallos/planta seguidos de los tratamientos control, 2 y 3 Kg/ha de *Rhizobium meliloti* más vermicompost obteniendo promedios más bajos con 32.00, 31.66 y 33.66 tallos/planta respectivamente.

Luego de 30 días, el número de tallos por planta no se registró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), solo numéricas obteniéndose el mayor número de tallos al utilizar 2 y 3Kg de *Rhizobium meliloti* con 36,33 tallos/planta, mientras que con el tratamiento control se obtuvo 34,66 tallos.

Al transcurrir 45 días de haber utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), encontrándose el mayor número de tallos al utilizar 3 Kg de *Rhizobium meliloti* cuyo valor fue de 41 tallos/planta, mientras que con el tratamiento control se logró obtener 39,66 tallos/planta.

Bayas, A. (2003), al utilizar el té de estiércol registró 29 tallos por/planta, inferior a los alcanzados en la presente investigación cuando se analizó a los 45 días, se debe a que el *Rhizobium meliloti* estimula la formación de nódulos en las raíces de las plantas las cuales ayudan a incorporar nitrógeno atmosférico a la planta.

#### **4. Cobertura basal a los 15, 30 y 45 días (%)**

La cobertura basal como respuesta a la aplicación de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* a los 15 días no registró diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), con el tratamiento control se alcanzó 43 %, y con la utilización de 4Kg de *Rhizobium meliloti*, registró 41,66%.

Transcurrido 30 días del corte de igualación y de la aplicación de *Rhizobium meliloti* más vermicompost en el primer corte, la alfalfa no registró diferencias estadísticas ( $P<0.05$ ), solo numéricas alcanzando el mayor porcentaje de cobertura basal con el tratamiento 2 y 3 Kg de *Rhizobium meliloti* más vermicompost los mismos que registraron 49,33 %, mientras que al utilizar el tratamiento control y el tratamiento con 4Kg registro 47,66 %.

A los 45 días, la cobertura basal de la alfalfa subió registró diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), pudiendo manifestar que la utilización de 4kg de *Rhizobium meliloti* más vermicompost, el cultivo de alfalfa presentó 51,66 %, mientras que con el tratamiento control se obtuvieron 51,33 % de cobertura basal, esta variación se debe a que al utilizar el *Rhizobium meliloti*, se está provocando una acumulación de nitrógeno en el suelo y por ende un mejor desarrollo de las plantas, las mismas que influyen en la cobertura basal de la planta.

#### **5. Cobertura aérea a los 15, 30 y 45 días (%)**

La aplicación de *Rhizobium meliloti* más vermicompost en el cultivo de la alfalfa establecido, a los 15 días no registro diferencias significativas ( $P>0.05$ ), logrando una mayor cobertura aérea al utilizar 4 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más vermicompost de 81,33 %, valor que supera a los registrados por Aragadvay, G. (2010) el mismo que alcanzo 22.75 %, y al utilizar el tratamiento control se obtuvo 16.96%, siendo aun más bajo lo que permite manifestar que en un cultivo establecido la cobertura aérea es superior, inclusive al utilizar este tipo de tratamientos.

A los 30 días y a los 45 días en el primer corte al utilizar *Rhizobium meliloti* más vermicompost no registro diferencias significativas ( $P>0.05$ ), al aplicar 2, 3 y 4 Kg de *Rhizobium meliloti* más vermicompost el porcentaje de cobertura aérea en las parcelas llego al 100%.

Scheneiter, O. (2006), quien estudio la utilización de pasturas de alfalfa-festuca alta y dos sistemas de pastoreo en Argentina determinándose una cobertura aérea de 68 a 83 %, estos resultados son inferiores, debido a que es una mezcla, mientras que en nuestra investigación depende de la variedad de alfalfa utilizada y evaluada en las distintas investigaciones.

## **6. Producción de forraje verde y materia seca (Tn/ha)**

Como respuesta a la utilización de *Rhizobium meliloti*, la producción de forraje verde de la alfalfa registró diferencias estadísticas ( $P<0.01$ ), observándose que la utilización de 3 kg/Ha de *Rhizobium meliloti* permitió una producción de 195.36 Tn/ha en un año (24.42 Tn/ha/corte x 8 cortes), mientras que con el tratamiento control, 2 y 4 kg/ha se obtuvo 18.41, 20.15, 23,19 Tn/ha/corte respectivamente.

Al contrastar con los valores reportados por Capelo, W. y Jiménez, J. (1993) quienes manifiestan que la alfalfa tiene una producción de 70 a 100 Tn/ha/año , valores inferiores a los registrados en la presente investigación, esto se debe a que la alfalfa está influenciada por el *Rhizobium meliloti* más el abono orgánico (vermicompost) el mismo que favorece al crecimiento de la alfalfa, ya que este bacilo ayuda a formar el nódulo de la raíz de las leguminosas, el mismo que se constituye un órgano especializado para la fijación del  $N_2$ .

La aplicación de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa presentó diferencias estadísticas ( $P<0.01$ ), determinándose que al utilizar 3 kg/ha de *Rizobium meliloti*, registró una producción de 6.10 Tn/ha de materia seca por corte, superando al tratamiento control con el cual se obtuvo una producción de 4.70 Tn/ha, esto se debe a que en la presente investigación se utilizó un cultivo establecido de alfalfa, además las raíces son más profundas las cuales ayudan absorber mayor cantidad



de nutrientes para que la producción sea más eficiente, supera a lo producido por Aragadvay, G. (2010), quien reporta una producción de 11,96 Tn/ha /año, puesto que haciendo la misma relación (6.10 Tn/ha/corte x 8 cortes) se tiene una producción anual de 48.8 Tn/ha/año de materia seca de alfalfa.

Según el gráfico 3, se puede manifestar que la producción de forraje verde en el primer corte está relacionado significativamente ( $P < 0.01$ ) a una tendencia lineal altamente significativa de los niveles de *Rhizobium meliloti* aplicados en este cultivo esto se deba a la utilización de este producto en el cultivo de alfalfa y por cada kg/ha que se aplica de este *Rhizobium meliloti*, la producción se incrementa en 1,42 Tn/ha/corte de forraje verde, Con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 75,46% y una correlación de  $r = 0,86$  que es alto indica que por cada nivel de *Rhizobium meliloti* aplicado a la parcela de alfalfa, la producción de forraje verde se incrementa.

El análisis de regresión que se ilustra en el grafico 4, determina una tendencia cubica altamente significativa con una ecuación de  $y = 19.92 - 0.11x + 2.1x^2 - 0,44 x^3$ , que nos permite identificar que la producción de materia seca inicialmente tiende a decrecer en 0,11 decimas con el empleo de bajos niveles de *Rhizobium meliloti*, posteriormente se identifica un incremento de 2.1 unidades al aplicar 2 y 3 Kg de fertilizante orgánico, para finalmente registrar una disminución de 0,44 decimas al incluir altos niveles de *Rhizobium meliloti*, más la adición de vermicompost en el primer corte en la producción de alfalfa, con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 99,94% y de correlación de  $r = 0.99$  que representa una asociación alta entre estas dos variables, a una probabilidad de 0.01.

## **B. SEGUNDO CORTE**

### **7. Altura de la planta a los 15, 30 y 45 días (cm)**

La altura de la alfalfa en el segundo corte bajo la influencia del *Rhizobium meliloti* más Vermicompost en diferentes niveles (cuadro 7), a los 15 días no registro diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), pero si diferencias numéricas al utilizar 3 kg/ha

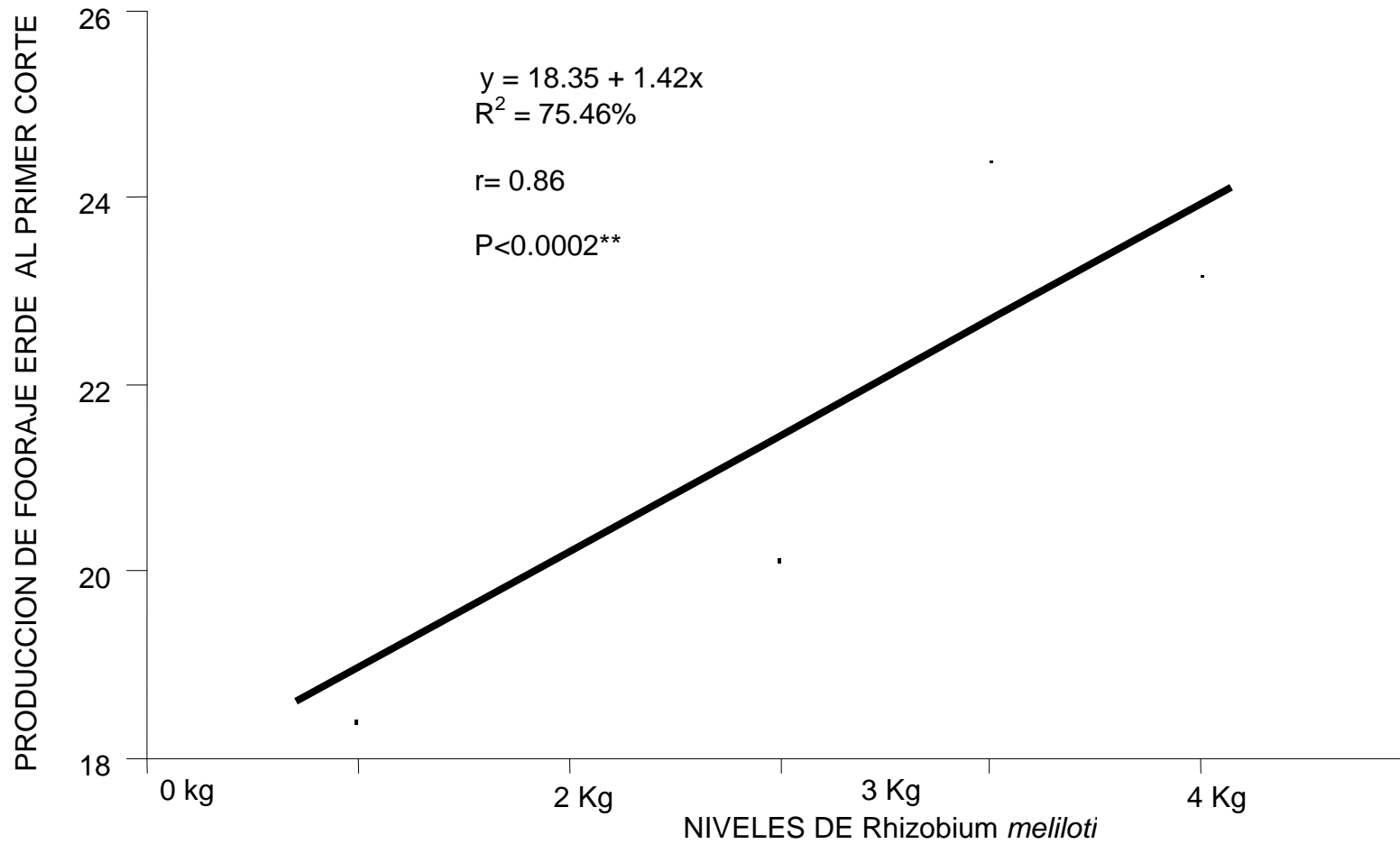


Gráfico 3. Regresión de la producción de forraje verde del *Medicago sativa* (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost en el primer corte.

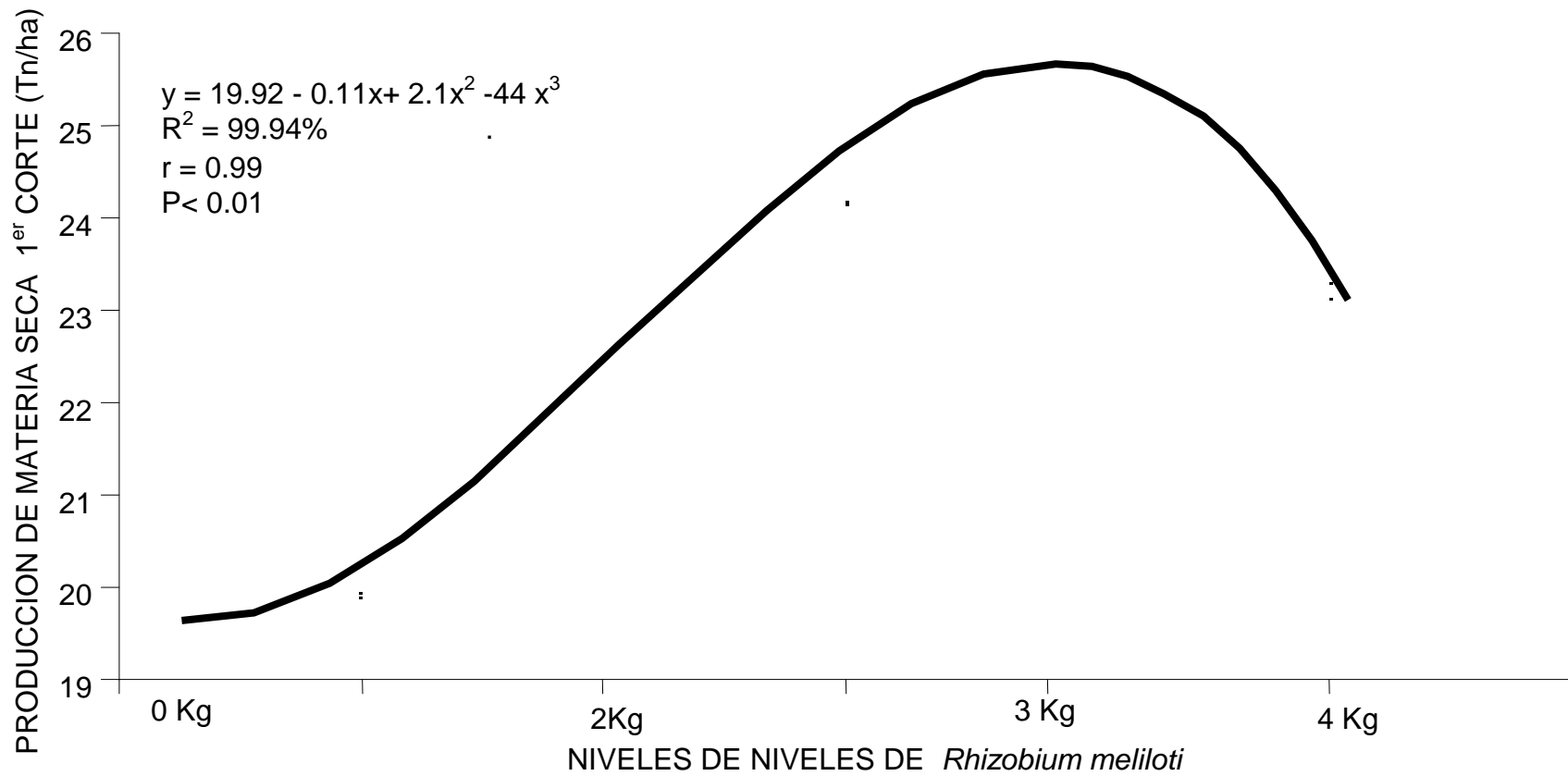


Gráfico 4. Regresión del contenido de materia seca del *Medicago sativa* (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost en el primer corte.

Cuadro 7. COMPORTAMIENTO AGROBOTANICO DEL ALFALFA COMO RESPUESTA A LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE *RHIZOBIUM MELILOTI* EN EL CULTIVO DE *MEDICAGO SATIVA* (ALFALFA) EN EL SEGUNDO CORTE.

Variables	Niveles de <i>Rhizobium meliloti</i> (Kg/ha) más Vermicompost (Tn/ha)				CV %	Media	Sign
	Control	2.00	3.00	4.00			
Altura de la planta a los 15 días (cm)	37.46 a	40.38 a	44.58 a	41.88 a	6.63	41.07	ns
Altura de la planta a los 30 días (cm)	70.13 a	66.83 a	68.00 a	68.54 a	5.07	68.38	ns
Altura de la planta a los 45 días (cm)	89.08 a	92.08 a	100.17 a	99.71 a	5.31	95.26	ns
Número de hojas a los 15 días	15.33 a	12.21 a	18.04 a	14.96 a	14.72	15.14	ns
Número de hojas a los 30 días	29.46 a	29.04 a	33.00 a	28.96 a	5.33	30.11	ns
Número de hojas a los 45 días	47.42 a	51.25 a	51.50 a	49.92 a	11.66	50.02	ns
Número de tallos a los 15 días	32.33 a	32.00 a	35.33 a	35.66 a	7.61	33.83	ns
Número de tallos a los 30 días	36.33 a	37.33 a	38.00 a	37.00 a	6.27	37.16	ns
Número de tallos a los 45 días	37.66 a	39.00 a	41.33 a	37.66 a	7.76	38.91	ns
Cobertura basal a los 15 días %	52.00 a	54.33 a	54.33 a	55.33 a	2.67	54.00	ns
Cobertura basal a los 30 días %	56.66 a	56.66 a	58.00 a	57.00 a	1.91	57.08	ns
Cobertura basal a los 45 días %	57.33 b	58.00 b	61.00 a	60.00 ab	1.69	59.08	*
Cobertura aérea a los 15 días %	75.22 ab	85.11 a	85.55 a	84.66 b	4,2	82,64	**
Cobertura aérea a los 30 días %	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a	0.00	100.00	ns
Cobertura aérea a los 45 días %	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a	0.00	100.00	ns
Producción de forraje verde (tn/ha/c)	18.15 d	21.50 c	24.49 a	22.80 b	0.53	21.73	**
Producción de Materia seca (tn/ha/c)	4.52 c	5.36 a	6.13 a	5.66 b	0.38	5.41	**

Fuente: Tenorio, C. (2010).

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey al 5%.

CV %: Coeficiente de variación.

ns: no significativo ( $P > 0,05$ ).

\*\* : Altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

*Rhizobium meliloti* presento la mayor altura cuyo valor fue de 44.58 cm, el tratamiento control alcanzó la menor altura con 37,46 cm, mientras que Aragadvay, G. (2010), al utilizar 750 g/ha de *Rhizobium meliloti* alcanzó una altura de 49.92 cm en el mejor de los casos y con el tratamiento control registró 42.38 cm, valores superiores de la presente investigación, esto se debe a las mejores condiciones ambientales presentes en la zona en donde se realizó la investigación.

Transcurrido 30 días, en la presente investigación se registro una altura promedio de 68 cm con un coeficiente de variación de 5.07 %: al someter los resultados experimentales al análisis de varianza no se registraron diferencias estadísticas, Aragadvay, G. (2010), presento alturas de 71,08 a 75,58 cm siendo superiores a las registradas en la presente investigación, esto quizá se deba a factores ambientales los cuales hicieron que no difiera significativamente entre los tratamientos y sea menor que la reportada por el mencionado autor.

Luego de 45 días, la altura de la alfalfa presentó un promedio de 95.26 cm y un CVde 5.31 cm, al someter al análisis de varianza los resultados experimentales, no se registro diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo al contrastar los resultados con Aragadvay, G. (2010) el mismo que alcanzó alturas de 78,29 cm, siendo inferior a las registradas en la presente investigación.

Bayas, A. (2003), quien utilizando Biol en la alfalfa (*Medicago sativa*) reporto alturas promedios de 78.00 cm, en el segundo corte, Vásquez, J. (2001), quién fertilizó (*Medicago sativa*), alfalfa, con diferentes dosificaciones de nitrógeno, fósforo y potasio en nuestra localidad (Riobamba), alcanzó alturas de las plantas de alfalfa en el segundo corte de 78.00 a 82.67 cm, estos valores resultan inferiores a nuestro estudio.

## **2. Número de hojas por tallo a los 15, 30 y 45 días**

A los 15 días del segundo corte se registró 15.14 hojas por tallo, y un coeficiente de variación del 14.72 %, al someter los resultados experimentales al análisis de

varianza no se encontró diferencias estadísticas, sin embargo de ello se puede manifestar que la utilización de 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti* alcanzó 18.04 hojas por tallo, siendo superior al resto de tratamientos, esto se deba a que al utilizar 3 kg/ha, la alfalfa capta de mejor manera el nitrógeno el mismo que forma diferentes sales que ayuda al proceso de osmosis los cuales permiten que se genere mayor cantidad de células vegetales en el meristema apical y axilar favoreciendo la formación de hojas en los tallos.

Transcurrido 30 días después del corte, se registra un promedio de 30.11 hojas por tallo con un coeficiente de variación de 5.33%, según el análisis de varianza a esta edad no registro diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), pero si numéricas, la utilización de 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti*, permitió obtener 33 hojas por tallos, siendo superior numéricamente del resto de niveles, esto puede deberse a que al aplicar niveles superiores a 4 kg de *Rizobium meliloti*, provoca efectos negativos en el tejido apical y axilar que impide la formación de hojas en el alfalfa.

A los 45 días no registró diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), al utilizar 3 kg/ha de *Rizobium meliloti* más vermicompost en el cultivo de alfalfa más vermicompost, permitió registrar 51.50 hojas por tallo, el tratamiento 2 y 4 kg/ha alcanzaron 51.25 y 49.92 hojas por tallos, y con el control se obtuvo 47.42 hojas por tallo.

## **8. Número de tallos por planta a los 15, 30 y 45 días**

Dentro de los números de talos por planta no se registraron diferencias estadísticas ( $P<0,001$ ), entre los tratamientos evaluados, encontrándose los siguientes resultados: A los 15 días de evaluación del número de tallos por planta se encontraron diferencias numéricas más no estadísticas lo que se puede manifestar que el mayor número de hojas por tallo se obtuvo a base del tratamiento 4 con 35,66 tallos por planta seguidos de los tratamientos control y con 2 y 3 Kg *Rhizobium meliloti* obteniendo promedios numéricamente un poco más bajos con 32,33; 32, y 35,33 tallos respectivamente.

Luego de 30 días, el número de tallos por planta de la alfalfa no se registró

diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), solo numéricas obteniéndose el mayor número de tallos al utilizar 3 Kg de *Rhizobium meliloti* con 38 tallos/planta, mientras que con el tratamiento control se obtuvo 36,33 tallos.

Al transcurrir 45 días de haber utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), encontrándose el mayor número de tallos al utilizar 3 Kg de *Rhizobium meliloti* cuyo valor fue de 41,33 tallos/planta, mientras que con el tratamiento control se logró obtener 37,66 tallos/planta. Aragadvay G, (2010), al realizar su trabajo investigativo a los 45 días de edad del cultivo de alfalfa, alcanzo un promedio de de 26.67 tallos/planta al utilizar 750 g/ha de *Rhizobium meliloti* valor inferior a lo encontrado en la presente investigación, esto se deba a la zona en donde fue establecida la investigación, además de la calidad de los suelos.

Por otra parte, Bayas, A. (2003), al utilizar el té de estiércol registró 29 tallos por/planta, inferior a los alcanzados en la presente investigación cuando se analizó a los 45 días, esto se debe a que el *Rhizobium meliloti* más vermicompost estimula la formación de nódulos en las raíces de las plantas las cuales ayudan a incorporar nitrógeno atmosférico a la planta y el abono orgánico al incluir descompuesto como el vermicompost en proceso de desmineralización, este dispone de forma inmediata de nutrientes.

## **9. Cobertura basal a los 15, 30 y 45 días (%)**

La cobertura basal como respuesta a la aplicación de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* a los 15 días no registró diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), con la utilización de 4 Kg de *Rhizobium meliloti*, registró 55,33% y con el tratamiento control se alcanzó 52 %.

Transcurrido 30 días del corte de igualación y de la aplicación de *Rhizobium meliloti* en el segundo corte, la alfalfa no registró diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ), solo numéricas alcanzando el mayor porcentaje de cobertura basal con días registro diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), logrando que la mayor cobertura

se dé con el tratamiento de 3 Kg de *Rhizobium meliloti* el mismo que registro 61%, mientras que al utilizar el tratamiento control, 2 y 4 Kg registraron 56.66, 56.66 y 57% respectivamente.

A los 45 días, la cobertura basal de la alfalfa bajo el efecto del *Rhizobium meliloti* registró diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), pudiendo manifestar que la utilización de 3kg de *Rhizobium meliloti*, el cultivo de alfalfa presentó 61%, mientras que el tratamiento control, 2 y 4 kg/ha se obtuvo 57.33%, 58%, 60% de cobertura basal.

Este comportamiento es posible a lo que indica <http://ambientalnatural.com.mx/Article.php?ArticlesSKU=Organic-Fertilizer>. (2008), indica que medida que se descompone los residuos orgánicos, estos suministran a los cultivos en crecimiento cantidades pequeñas de elementos metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de las plantas.

#### **10. Cobertura aérea a los 15, 30 y 45 días (%)**

La aplicación de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de la alfalfa establecido, a los 15 días registro diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), logrando que la mayor cobertura aérea se alcance al utilizar 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti* con el cual se alcanzo 85,55 %, valor que supera a los registrados por Aragadvay, G. (2010), el mismo que alcanzo 22.75 %, y al utilizar el tratamiento control se obtuvo 16.96 %, siendo aun más bajo lo que permite manifestar que en un cultivo establecido la cobertura aérea es superior, inclusive al utilizar este tipo de tratamientos.

A los 30 días y 45 días en el primer corte de utilizar *Rhizobium meliloti* no registro diferencias significativas ( $P>0.05$ ), en donde al aplicar 2, 3 y 4 Kg el porcentaje de cobertura aérea en las parcelas llego al 100%. Hay que tomar en cuenta que para la presente investigación se utilizó una parcela ya establecida.

Bayas, A. (2003), quien reporta valores de 79.54% en las plantas que fertilizó con bocashi, en cuanto que al aplicar biol logró un promedio de 97.34%, podemos ver



que nuestros reportes supera satisfactoriamente al mencionado autor.

Según el gráfico 5, se puede manifestar que la cobertura aérea en el segundo corte está relacionado significativamente ( $P < 0.01$ ) a una tendencia cubica altamente significativa de los niveles de *Rhizobium meliloti* aplicados con una ecuación de  $y = 49.89 - 7.90x + 6.16x^2 - 1.037x^3$ , que indica que por cada kg/ha que se aplica de este *Rhizobium meliloti*, la producción inicialmente disminuye en 7,90%, para posteriormente elevarse en 6,16 unidades con la aplicación de 3 Kg para posteriormente disminuir en 1,037% al incluir mayores niveles de fertilizante orgánico en la producción de alfalfa, con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 62,98% y un índice correlacional de 0,79 que es alto y que indica que por cada nivel de *Rhizobium meliloti*, aplicado a la parcela de alfalfa la cobertura aérea se incrementa.

### **11. Producción de forraje verde y materia seca (Tn/ha)**

Al realizar el análisis de la producción de forraje verde en el segundo corte se puede identificar que con la utilización de 3 kg/ha fue de 24.49 tn/ha/corte, valor que difiere significativamente del resto de tratamientos, esto puede deberse a que el *Rhizobium meliloti*, actúa de manera eficiente hasta 3 kg/ha y niveles superiores causan efectos negativos, haciendo que la producción sea inferior. Aragadvay, G. (2010), reporta una producción de 11.01 y 10.50 Tn/ha de forraje verde por corte, siendo inferior al registrado en la presente investigación, esto se deba a las condiciones ambientales, tipo de suelo y edad del cultivo que influye en los rendimientos productivos, debido a la localización de las investigaciones realizadas en diferentes provincias.

Bayas, A. (2003), en el segundo corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), en la etapa de prefloración utilizando te de estiércol obtienen 13.16 Tn/FV/ha/corte, en tanto Escalante, M. (1995), determina en la época de floración una producción de forraje verde de 13.14 Tn/FV/ha/corte al sembrar a 40 cm de distancia esta leguminosa, estos valores son inferiores a los de nuestra investigación.

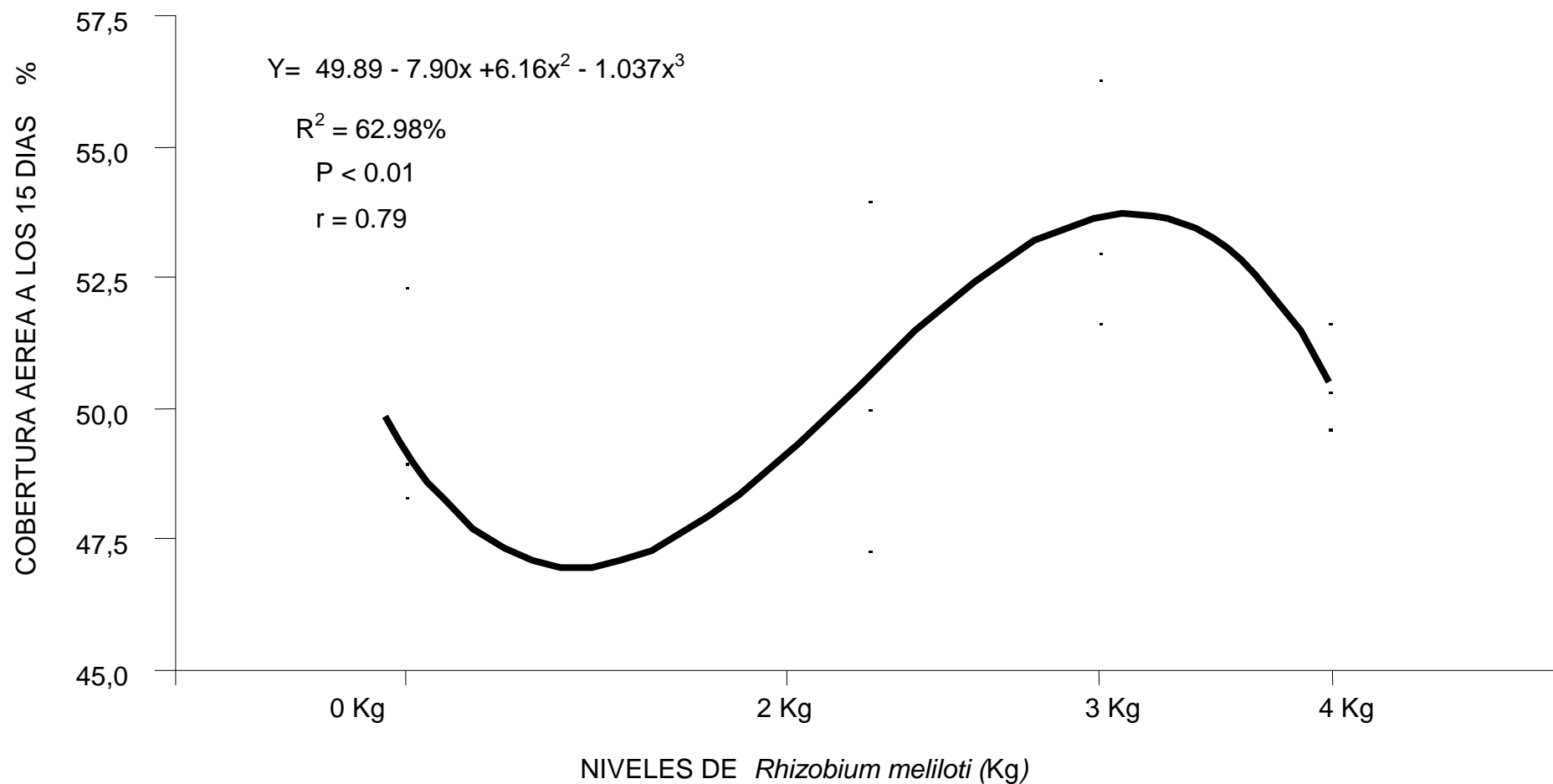


Gráfico 5. Regresión de la cobertura aérea a los 15 días del *Medicago sativa* (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost en el segundo corte.

Al realizar el análisis de regresión, de la producción de forraje verde que se ilustra en el gráfico 6, se puede observar una tendencia cuadrática altamente significativa con una ecuación correspondiente a  $y = 17.99 + 3.10x - 0.45x^2$ , lo que nos permite afirmar que partiendo de un intercepto de 17,99 la producción en forraje verde inicialmente se incrementa en 3,10 unidades al incrementar el nivel de *Rhizobium meliloti*, aplicado a la parcela experimental, (2 Kg/ha), para posteriormente iniciar una ligera disminución correspondiente a 0,45 decimas al utilizar más de 3 Kg/ha, (T2), , con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 85,60%, en tanto que el 14,60% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación. En el análisis correlacional, entre estas dos variables se puede identificar un grado de asociación medio de  $r = 0,92$  a una  $P > 0.01$ .

La utilización de *Rhizobium meliloti* en diferentes dosis en el segundo corte del cultivo de alfalfa, registró diferencias significativas entre los niveles ( $P < 0.05$ ), para la producción de materia seca, identificándose que al utilizar 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más vermicompost, se registró una producción de 6.13 tn/ha de materia seca, superando significativamente del resto de tratamientos, principalmente al control, esto quizá se deba al efecto del tratamiento en estudio, puesto que al captar mayor cantidad de nitrógeno, permite mayor altura, número de hojas por tallo, mayor número de tallos y consecuentemente mayor producción de materia seca. Aragadvay, G. (2010), reporta que la alfalfa con la utilización de *Rhizobium meliloti* registra una producción de 2.42 Tn/ha/corte de materia seca.

Bollo, E. (2006), quien reporta que el material humificado permite aumentar fuertemente la capacidad de retención de nutrientes, y de permitir una lenta liberación en el suelo de estos nutrientes la planta puede aprovechar por un periodo más largo de tiempo, así como la disponibilidad de humedad.

Mediante el análisis de regresión se pudo determinar una tendencia cúbica altamente significativa como se ilustra en el gráfico 7, con una ecuación para la producción de materia seca de  $18,32 + 0,38 X + 0,16x^2 - 0,06 x^3$ , que indica que partiendo de un intercepto de 18,32 la producción de materia seca inicialmente se incrementa en 0,38 decimas por cada unidad de cambio del nivel de *Rhizobium*

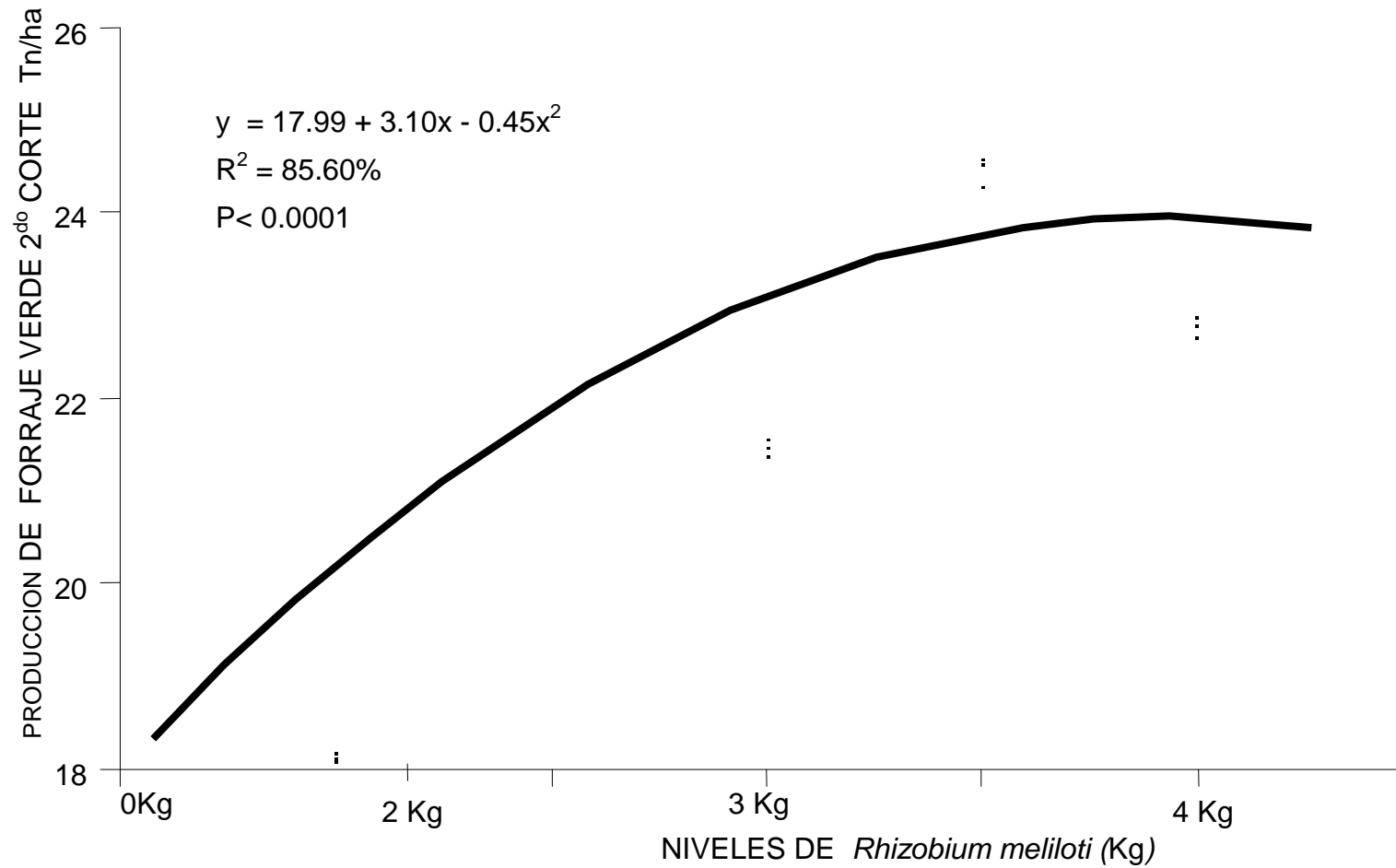


Gráfico 6. Regresión de la producción de forraje verde del *Medicago sativa* (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost.

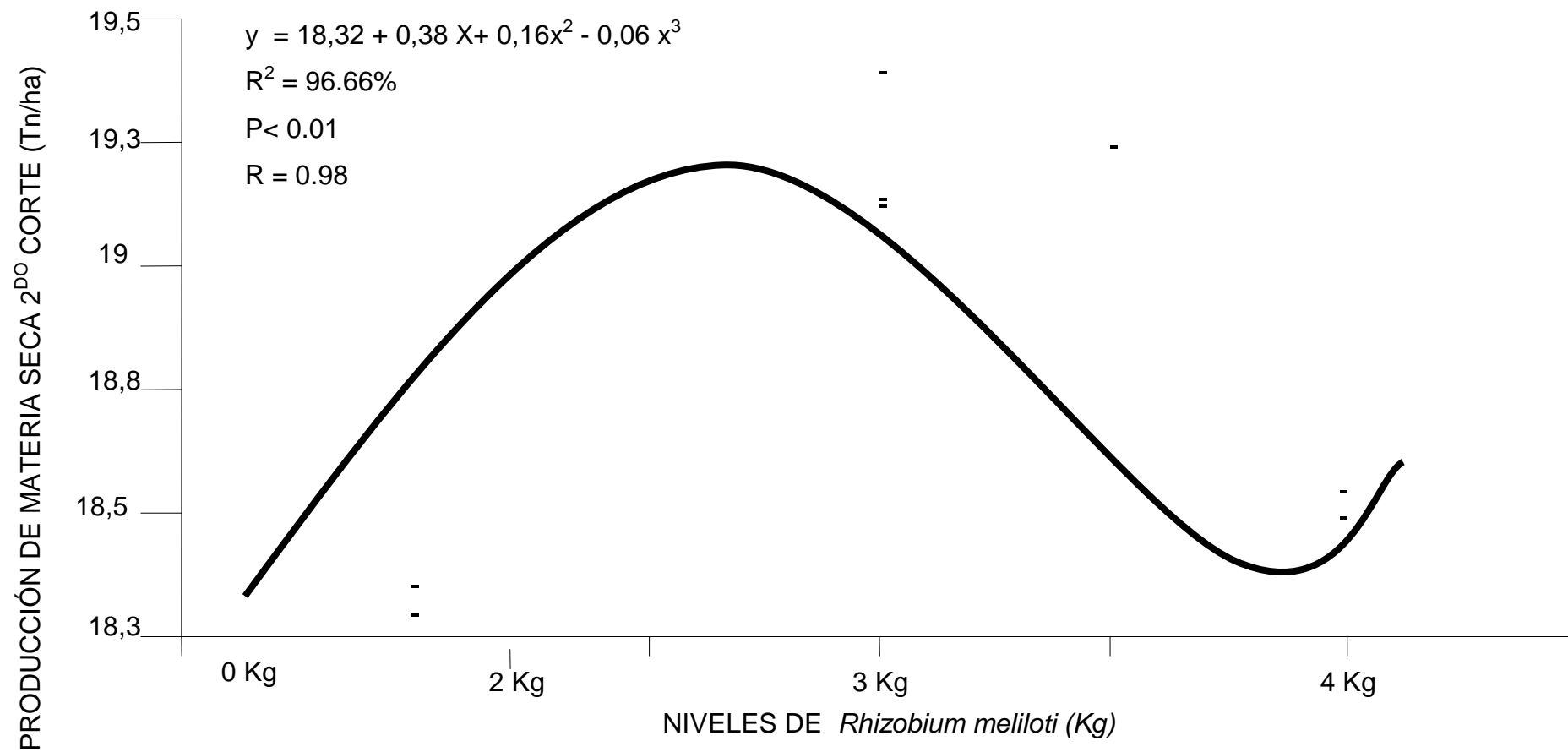


Gráfico 7. Regresión del contenido de materia seca del *Medicago sativa* (alfalfa), como respuesta a la utilización de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti*, en el segundo corte.

*meliloti*, mantenido posteriormente la misma tendencia a elevarse la materia seca en 0.16 decimas con el empleo de 3 Tn/ha de fertilizante orgánico para luego sufrir una disminución en 0,06 decimas al aplicar 4 Tn /ha del fertilizante con un coeficiente de determinación de  $R^2$  de 96.66% y una correlación altamente significativo de  $r = 0,98$ .

## E. ANÁLISIS ECONÓMICO

La utilización de 3 tn/ha de *Rhizobium meliloti* permitió registrar un beneficio/costo de 3.42, valor superior al resto de niveles, principalmente del control con el cual se alcanzo un beneficio/costo de 3.04 ctvs., esto puede deberse a que a mayor cantidad de *Rhizobium meliloti*, permite tener mejores rendimientos productivos, valor que influye directamente del resto de niveles, más la inclusión de abono orgánico como el vermicompost el mismo que dispone de nutrientes adecuados para la producción de materia orgánica de los cultivos que reporta el cuadro 8.

Cuadro 8. COMPORTAMIENTO ECONÓMICO DE LA ALFALFA.

Rubros	Unid	Cant.	C. Unit	Niveles de <i>Rhizobium meliloti</i> (kg/ha)			
				0	2	3	4
Vermicompost	tn/ha	2.25	7.5		16.87	16.87	16.87
Rizobium meliloti	kg	9	2		4.00	6.00	8.00
Mano de obra	jornales	40	6	60.00	60.00	60.00	60.00
Cosecha	jornales	40	6	60.00	60.00	60.00	60.00
Total				120.00	140.87	142.87	144.87
Producción FV	Tn/ha/c			18.28	20.82	24.45	22.99
Precio	tn			20.00	20.00	20.00	20.00
Ingreso				365.60	416.50	489.10	459.90
<b>B/C</b>				<b>3.04</b>	<b>2.94</b>	<b>3.42</b>	<b>3.17</b>

Fuente: Tenorio, C. (2010).

## V. CONCLUSIONES

- La altura del alfalfa al utilizar 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti* en el primer corte a los 45 días de edad permitió alcanzar una altura de 95.96 y en el segundo corte 100.17 cm de altura.
- Hasta los 15 días el cultivo de alfalfa bajo el efecto de 4 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más vermicompost permitió obtener el mayor número de hojas/tallo llegando a 24, a los 45 días con la aplicación de 2, 3 y 4 Kg/ha registro valores similares a 27 hojas/tallo.
- Al utilizar 3.00 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost se registró en el primero y segundo corte, valores similares de 41 tallos por planta, ya que al utilizar 4.00 kg/ha disminuyó el número de tallos por planta en los dos cortes siendo de 37.66 en el primero y de 37.66 en el segundo corte.
- La cobertura basal a los 45 días del primer corte alcanzo valores semejantes en los 3 tratamientos incluido el control, obteniendo una media de 51.25%, con un CV de 4.07%, mientras que en el segundo corte se obtuvo mejores resultados al aplicar 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost alcanzó 61.00%.
- En el primero y segundo corte se obtuvo una producción de forraje verde de 24.42 y 24.49 tn/ha respectivamente al utilizar 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost, al igual que en la producción de materia seca al aplicar esta mismo dosis se obtuvo 6.10 tn/ha para el primer corte y 6.13 para el segundo corte.
- El mejor beneficio/costo del cultivo de alfalfa se obtuvo al utilizar 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost alcanzando un valor de 3.42 dólares.

## VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar 3 kg/ha *Rhizobium meliloti* más la inclusión de vermicompost (6Tn/ha), para obtener mayor producción agrícola y económica de la alfalfa, valores menores y mayores a estos la producción disminuye.
- Continuar investigando la utilización de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost en cultivo de leguminosas en asociación con gramíneas, para conocer el comportamiento agro/productivo y económico que le conviene a los agricultores.
- Difundir los resultados de esta investigación a los ganaderos ya que al utilizar los 3 kg/ha *Rhizobium meliloti* más vermicompost (6Tn/ha), se mejora la fertilidad del suelo, se conserva el medio ambiente por ser un abono orgánico y se incrementa la producción de forraje verde en cada corte.



## VII. LITERATURA CITADA

1. ARAGADVAY, g. 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. EIZ. FCP – ESPOCH. Riobamba – Ecuador. pp. 28 – 45.
2. BAYAS, A. 2003. El bocashi, te de estiércol, biosol como biofertilizantes en la producción de alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias – ESPOCH Riobamba – Ecuador. pp. 28 – 54.
3. BOLLO, E. 2006. “Principales forrajes para la alimentación Ganadera en Colombia”, Nariño - Colombia, editorial Méndez, pp. 322 – 351.
4. BURITY, U. 1989. Estimation of nitrogen fixation and transfer from alfalfa to associated grasses in mixed swards under field conditions. Plant and Soil. pp. 114 – 249 – 255.
5. CARRERA, O., SÁNCHEZ-YÁÑEZ J. 2004. Nodulación natural en leguminosas silvestres del Estado de Nuevo León, Editorial. Camillus pp. 34 – 41.
6. CAPELO, W., JIMENEZ, J. 1993. Evaluación de la producción de alfalfa, Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias – Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. pp. 14 – 24.
7. DIANNELIS C. RISTER, G. CAVER, F. 1994. 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 – 152.

8. ESCALANTE, M. 1995. Acumulación de biomasa aérea en rebrotes de alfalfa en Balcarce. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Balcarce. Facultad de ciencias Agrarias. Universidad Nacional El Rosario. Buenos Aires - Argentina. pp 42 – 50.
9. FAO. 1995. Manual técnico de la fijación del nitrógeno. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. pp: 10-35.
10. <http://www.abcagro.com>. 2008. González, A. Botánica de la alfalfa.
11. <http://www.agriculturasana.com>, 2007. Valenzuela, L. Cultivos orgánicos.
12. <http://www.agrobit.com>. 2007. Gómez, V. Cultivo de alfalfa.
13. <http://www.agrobit.com>. 2008. Zabala, T. Abonos orgánicos.
14. <http://www.agrociencia.com>. 2008. Nilson, A. Inoculación con Rhizobium.
15. <http://www.agrositio.com>, 2008. Peralta, M. Nodulación de bacterias.
16. <http://www.ambientanatural.com.mx/Article.php?ArticlesSKU=OrganicFertilizer>. 2008. Lydieth, W. Abonos orgánicos.
17. <http://www.dobleu.com>. 2005. Román, M. El humus y los abonos orgánicos.
18. <http://www.emison.com/5105.htm>. 2008. Frank, W. Vermicompost.
19. <http://www.infoagro.com>. 2006. Fuentes, D. Lombricultura.
20. <http://www.infoagro.com>, 2007. Cervantes, M. Abonos orgánicos.
21. <http://www.infoagro.com>, 2008. Zambrano, M. “alfalfa”.

22. <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa.htm>. 2009. Beutler, J. "alfalfa",
23. <http://www.infojardin.com>. 2006. Mazzani B. Estiércol y abono orgánico.
24. <http://www.infojardin.com>. 2008. Díaz, M. Cultivo de alfalfa.
25. <http://www.geocities.com>. 2004. Tellez, V. Los abonos agros ecológicos.
26. <http://www.mailxmail.com>. 2009. Gómez H. Composición Nutricional Del Alfalfa.
27. <http://www.monografias.com>. 2006. Shintani, A. Historia de la alfalfa y su cultivo.
28. <http://www.monografias.com>. 2008. Pérez, J. Enfermedades de la Alfalfa.
29. <http://www.proamazonia.gob.pe>. 2007. Granados, R. Los fertilizantes orgánicos.
30. <http://www.recycleworks.org>. 2007. Valarezo, J. RecycleWorks. El abono orgánico.
31. <http://www.viarural.com.ar>.2007. Haza, I. Prácticas de manejo para alfalfa.
32. HUGHES, H. 1981. Forrajes la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. CIA Editorial Continental. México. pp. 56 – 72.
33. KIMBALL, P. 1980. Biología. Adison Wesley Iberoamericana. pp: 432 - 450.
34. LONG, S. 1989. Rhizobium – legume nodulation: Life together in the underground. Editorial Cell. pp. 203-214.

35. MUSLERA, E. Y RATERA, C. 1991. Pastos y Forrajes. Málaga -España. Editorial Edmundo. pp. 29 – 56.
36. SAN SALVADOR. 2000. Fundación salvadoreña para la promoción social y el desarrollo económico. Establecimiento, manejo y aplicación de abono orgánico. Archivo de Internet .pdf. pp. 4 – 16.
37. SANARATNE R., AMORNPIMOL C. 1987, Effect of combined nitrogen fixation of soybean (*Glycine ma L. Marill*) as affected by cultivar and Rhizobial strains. *Plant and Soil*. pp. 45 – 50.
38. SÁNCHEZ-YÁÑEZ, J. M. 1997, Producción de inoculantes para leguminosas y gramíneas. Coordinación de la Investigación Científica. Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Proyecto 2.7. Reporte técnico. pp. 19 – 27.
39. SANDOWSKY J., KOSSLAR M. 1995, Restriction of nodulation by *Bradyrhizobium japonicum* is mediated by factors present in the roots of *Glycine max*. *Appl. Environm. Microbiol*. pp. 82 – 86.
40. SCHENEISTER, O. Agricultura Orgánica y Biofertilización. Curso para Maestranes. 1a ed. Argentina. Edit. Granma. pp. 43 – 44.
41. VANDERLEYDEN J. & R. PIETERNEL. 1995. The Rhizobium-Plant symbiosis. *Microbiol Rev*. pp. 124 – 142.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Altura de la planta a los 15 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	38.00	37.13	39.38	38.17	1.13
2	35.25	39.50	46.63	40.46	5.75
3	37.63	41.88	51.00	43.50	6.83
4	37.00	40.25	41.75	39.67	2.43

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	219.23				
Repeticiones	2	122.63	61.31	7.18	5.1	10.9
Tratamientos	3	45.39	15.13	1.77	4.8	9.8
Error	6	51.22	8.54			
CV %			7.22			
Media			40.45			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	38.17	a
2	40.46	a
3	43.50	a
4	39.67	a

Anexo 2. Altura de la planta a los 30 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	62.38	64.13	76.13	67.54	7.48
2	56.63	66.25	75.00	65.96	9.19
3	59.50	67.00	76.38	67.63	8.45
4	62.88	70.38	67.75	67.00	3.81

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	458.22				
Repeticiones	2	362.87	181.43	12.09	5.1	10.9
Tratamientos	3	5.30	1.77	0.12	4.8	9.8
Error	6	90.06	15.01			
CV %			5.78			
Media			67.03			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	67.54	a
2	65.96	a
3	67.63	a
4	67.00	a

Anexo 3. Altura de la planta a los 45 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	84.00	96.63	85.50	88.71	6.90
2	91.63	82.13	95.00	89.58	6.68
3	91.75	89.63	106.50	95.96	9.19
4	94.50	97.00	102.25	97.92	3.96

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	573.54				
Repeticiones	2	110.97	55.49	1.22	5.1	10.9
Tratamientos	3	189.03	63.01	1.38	4.8	9.8
Error	6	273.54	45.59			
CV %			7.26			
Media			93.04			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	88.71	a
2	89.58	a
3	95.96	a
4	97.92	a



Anexo 4. Número de hojas/tallo a los 15 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	13.25	15.88	12.50	13.88	1.77
2	8.38	11.63	15.00	11.67	3.31
3	18.38	16.25	17.63	17.42	1.08
4	27.56	20.22	26.44	24.74	3.95

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	356.64				
Repeticiones	2	7.22	3.61	0.40	5.1	10.9
Tratamientos	3	294.84	98.28	10.81	4.8	9.8
Error	6	54.57	9.10			
CV %			17.82			
Media			16.92			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	13.88	b
2	11.67	b
3	17.42	ab
4	24.74	a

Anexo 5. Número de hojas/tallo a los 30 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	24,88	29,00	31,25	28,38	3,23
2	22,38	27,38	33,13	27,63	5,38
3	24,75	29	29,75	27,83	2,70
4	28,25	30,50	37,38	32,04	4,76

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	177,19				
Repeticiones	2	122,07	61,04	22,24	5,1	10,9
Tratamientos	3	38,66	12,89	4,69	4,8	9,8
Error	6	16,47	2,74			
CV %			5,72			
Media			28,97			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	28,38	a
2	27,63	a
3	32,04	a
4	27,83	a

Anexo 6. Número de hojas/tallo a los 45 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	52,75	50,13	53,63	52,17	1,82
2	42,88	58,75	55,63	52,42	8,41
3	46,63	42,63	49,75	46,34	3,57
4	60,50	50,63	47,75	52,96	6,69

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	349,83				
Repeticiones	2	3,14	1,57	0,04	5,1	10,9
Tratamientos	3	86,91	28,97	0,67	4,8	9,8
Error	6	259,77	43,30			
CV %			12,91			
Media			50,97			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	52,17	a
2	52,42	a
3	46,34	a
4	52,96	a

Anexo 7. Número de tallos/planta a los 15 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	31	31	35	32,00	2,53
2	34	32	30	31,66	2,07
3	33	39	34	33,66	2,94
4	35	34	37	34,33	1,54

### ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	72,91				
Repeticiones	2	4,66	2,33	0,26	5,1	10,9
Tratamientos	3	14,66	4,89	0,55	4,8	9,8
Error	6	53,59	8,93			
CV %			9,05			
Media			32,91			

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Tratamientos	Medias	Rango
0	32,21	a
2	32,00	a
3	35,38	a
4	35,29	a

Anexo 8. Número de tallos/planta a los 30 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	36,12	33,87	34,00	34,66	1,26
2	36,44	36,00	36,66	36,33	0,34
3	36,00	38,00	35,00	36,33	1,53
4	35,90	36,09	35,00	35,66	0,58

### ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	94,25				
Repeticiones	2	0,50	0,25	0,02	5,1	10,9
Tratamientos	3	5,58	1,86	0,13	4,8	9,8
Error	6	88,17	14,70			
CV %			9,87			
Media			35,75			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	34,66	a
2	36,33	a
3	36,33	a
4	35,66	a

Anexo 9. Número de tallos/planta a los 45 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	39,33	39,33	40,33	39,66	0,58
2	44,00	37,00	36,00	39,00	4,36
3	43,00	43,00	37,00	41,00	3,46
4	36,00	36,33	36,66	36,33	0,33

### ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	110,00				
Repeticiones	2	6,50	3,25	0,28	5,1	10,9
Tratamientos	3	34,66	11,55	1,01	4,8	9,8
Error	6	68,84	11,47			
CV %			8,68			
Media			39,00			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	39,66	a
2	39,00	a
3	41,00	a
4	36,33	a

Anexo 10. Cobertura basal a los 15 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	43,00	36,00	50,00	43,00	7,00
2	45,00	37,00	40,00	40,67	4,04
3	40,00	37,00	40,00	39,00	1,73
4	43,00	43,00	39,00	41,67	2,31

### ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	172,92				
Repeticiones	2	48,67	24,33	1,48	5,1	10,9
Tratamientos	3	25,58	8,53	0,52	4,8	9,8
Error	6	98,67	16,44			
CV %			9,87			
Media			41,08			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	43,00	a
2	40,67	a
3	39,00	a
4	41,67	a

Anexo 11. Cobertura basal a los 30 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	51,00	50,00	42,00	47,67	4,93
2	51,00	47,00	50,00	49,33	2,08
3	50,00	51,00	47,00	49,33	2,08
4	48,00	47,00	48,00	47,67	0,58

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	75,00				
Repeticiones	2	21,50	10,75	1,43	5,1	10,9
Tratamientos	3	8,33	2,77	0,37	4,8	9,8
Error	6	45,16	7,52			
CV %			5,65			
Media			48,00			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	47,67	a
2	49,33	a
3	49,33	a
4	47,67	a



Anexo 12. Cobertura basal a los 45 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	52,00	50,00	52,00	51,33	1,15
2	51,00	52,00	51,00	51,33	0,58
3	50,00	52,00	50,00	50,67	1,15
4	55,00	48,00	52,00	51,67	3,51

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	32,25				
Repeticiones	2	4,50	2,25	0,52	5,1	10,9 ns
Tratamientos	3	1,58	0,53	0,12	4,8	9,8 ns
Error	6	26,17	4,36			
CV %			4,07			
Media			51,25			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	51,33	a
2	51,33	a
3	50,67	a
4	51,67	a

Anexo 13. Cobertura aérea a los 15 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	74.00	73.00	76.66	74.55	1.89
2	80.66	70.33	69.33	73.44	6.27
3	82.00	80.00	74.00	78.67	4.16
4	74.33	85.66	84.00	81.33	6.12

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	315.95				
Repeticiones	2	6.50	3.25	0.10	5.1	10.9
Tratamientos	3	120.56	40.19	1.28	4.8	9.8
Error	6	188.89	31.48			
CV %			7.29			
Media			77.00			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	74.55	a
2	73.44	a
3	78.67	a
4	81.33	a

Anexo 14. Cobertura aérea a los 30 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	116.30	125.66	118.00	119.99	4.99
2	124.00	123.00	129.66	125.55	3.59
3	114.33	126.66	120.33	120.44	6.17
4	124.66	109.33	121.66	118.55	8.12

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	367.58				
Repeticiones	2	13.42	6.71	0.15	5.1	10.9
Tratamientos	3	84.02	28.01	0.62	4.8	9.8
Error	6	270.15	45.02			
CV %			5.54			
Media			121.13			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	119.99	a
2	125.55	a
3	120.44	a
4	118.55	a

Anexo 15. Cobertura aérea a los 45 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	136.00	154.33	138.33	142.89	9.98
2	142.00	136.66	134.00	137.55	4.07
3	143.00	145.00	131.00	139.67	7.57
4	141.66	145.00	150.00	145.55	4.20

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	494.02				
Repeticiones	2	99.01	49.50	1.05	5.1	10.9
Tratamientos	3	111.78	37.26	0.79	4.8	9.8
Error	6	283.23	47.21			
CV %			4.86			
Media			141.42			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	142.89	a
2	137.55	a
3	139.67	a
4	145.55	a

Anexo 16. Producción de forraje verde (tn/ha) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	18.43	18.40	18.40	18.41	0.02
2	20.16	20.15	20.14	20.15	0.01
3	24.42	24.42	24.42	24.42	0.00
4	23.19	23.18	23.19	23.19	0.01

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	68.21				
Repeticiones	2	0.00	0.00	2.78	5.1	10.9
Tratamientos	3	68.20	22.73	303132.00	4.8	9.8
Error	6	0.00	0.00			
CV %			0.04			
Media			21.54			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	18.41	d
2	20.15	c
3	24.42	a
4	23.19	b

Anexo 17. Producción de Materia seca (tn/ha) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	4.61	4.70	4.80	4.70	0.10
2	5.04	5.00	5.10	5.05	0.05
3	6.11	6.00	6.20	6.10	0.10
4	5.80	5.90	5.85	5.85	0.05

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	3.96				
Repeticiones	2	0.02	0.01	2.84	5.1	10.9
Tratamientos	3	3.91	1.30	311.15	4.8	9.8
Error	6	0.03	0.00			
CV %			1.19			
Media			5.43			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	4.70	d
2	5.05	b
3	6.10	a
4	5.85	c

Anexo 18. Altura de la planta a los 15 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	34.25	36.38	41.75	37.46	3.87
2	36.25	39.75	45.13	40.38	4.47
3	38.00	42.88	52.88	44.58	7.58
4	37.38	45.00	43.25	41.88	3.99

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	296.33				
Repeticiones	2	172.32	86.16	11.63	5.1	10.9
Tratamientos	3	79.56	26.52	3.58	4.8	9.8
Error	6	44.46	7.41			
CV %			6.63			
Media			41.07			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	37.46	a
2	40.38	a
3	44.58	a
4	41.88	a

Anexo 19. Altura de la planta a los 30 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	68.00	68.38	74.00	70.13	3.36
2	58.13	68.13	74.25	66.83	8.14
3	61.63	67.50	74.88	68.00	6.64
4	64.88	71.88	68.88	68.54	3.51

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	284.75				
Repeticiones	2	195.91	97.96	8.16	5.1	10.9
Tratamientos	3	16.82	5.61	0.47	4.8	9.8
Error	6	72.01	12.00			
CV %			5.07			
Media			68.38			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	70.13	a
2	66.83	a
3	68.00	a
4	68.54	a



Anexo 20. Altura de la planta a los 45 días (cm) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	87.63	93.13	86.50	89.08	3.55
2	96.13	84.00	96.13	92.08	7.00
3	100.25	94.63	105.63	100.17	5.50
4	96.50	98.25	104.38	99.71	4.14

### ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	494.17				
Repeticiones	2	64.10	32.05	1.25	5.1	10.9
Tratamientos	3	276.32	92.11	3.59	4.8	9.8
Error	6	153.76	25.63			
CV %			5.31			
Media			95.26			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	89.08	a
2	92.08	a
3	100.17	a
4	99.71	a

Anexo 21. Número de hojas/tallo a los 15 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	14.00	17.50	14.50	15.33	1.89
2	9.75	12.88	14.00	12.21	2.20
3	19.75	15.50	18.88	18.04	2.24
4	16.13	13.13	15.63	14.96	1.61

### ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	83.36				
Repeticiones	2	2.32	1.16	0.23	5.1	10.9
Tratamientos	3	51.25	17.08	3.44	4.8	9.8
Error	6	29.79	4.96			
CV %			14.72			
Media			15.14			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	15.33	a
2	12.21	a
3	18.04	a
4	14.96	a

Anexo 22. Número de hojas/tallo a los 30 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	25.75	30.00	32.63	29.46	3.47
2	23.50	29.25	34.38	29.04	5.44
3	29.38	31.25	38.38	33.00	4.75
4	25.75	30.00	31.13	28.96	2.83

### ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	178.17				
Repeticiones	2	129.00	64.50	25.07	5.1	10.9
Tratamientos	3	33.73	11.24	4.37	4.8	9.8
Error	6	15.43	2.57			
CV %			5.33			
Media			30.11			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	29.46	a
2	29.04	a
3	33.00	a
4	28.96	a

Anexo 23. Número de hojas/tallo a los 45 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	46.00	45.00	51.25	47.42	3.36
2	43.88	53.25	56.63	51.25	6.61
3	51.00	45.63	57.88	51.50	6.14
4	56.88	47.13	45.75	49.92	6.07

### ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	290.28				
Repeticiones	2	54.57	27.29	0.80	5.1	10.9
Tratamientos	3	31.47	10.49	0.31	4.8	9.8
Error	6	204.23	34.04			
CV %			11.66			
Media			50.02			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	47.42	a
2	51.25	a
3	51.50	a
4	49.92	a

Anexo 24. Número de tallos/planta a los 15 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	32,00	32,00	33,00	32,33	0,58
2	32,00	32,00	32,00	32,00	0,00
3	35,22	35,02	35,75	35,33	0,38
4	35,00	35,30	36,67	35,66	0,89

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	75,66				
Repeticiones	2	2,16	1,08	0,16	5,1	10,9 ns
Tratamientos	3	33,66	11,22	1,69	4,8	9,8 ns
Error	6	39,84	6,64			
CV %			7,62			
Media			33,83			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	32,33	a
2	32,00	a
3	35,33	a
4	35,66	a

Anexo 25. Número de tallos/planta a los 30 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	35,60	36,39	37,00	36,33	0,70
2	37,60	36,39	38,00	37,33	0,84
3	38,00	38,00	37,50	38,00	0,29
4	37,00	37,00	36,50	38,00	0,29

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	45,66				
Repeticiones	2	8,66	4,33	0,80	5,1	10,9
Tratamientos	3	4,33	1,44	0,27	4,8	9,8
Error	6	32,67	5,45			
CV %			6,28			
Media			37,16			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	36,33	a
2	37,33	a
3	38,00	a
4	38,00	a

Anexo 26. Número de tallos/planta a los 45 días como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	37,66	37,00	37,33	37,33	0,33
2	40,00	40,00	38,00	39,00	1,15
3	41,00	43,00	40,00	41,33	1,53
4	37,00	37,50	38,50	37,67	0,76

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	98,91				
Repeticiones	2	17,16	8,58	0,99	5,1	10,9 ns
Tratamientos	3	29,91	9,97	1,15	4,8	9,8 ns
Error	6	51,84	8,64			
CV %			7,78			
Media			38,91			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	37,33	a
2	39,00	a
3	41,33	a
4	37,67	a

Anexo 27. Cobertura basal a los 15 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	54,00	51,00	51,00	52,00	1,73
2	56,00	54,00	53,00	54,33	1,53
3	53,00	56,00	54,00	54,33	1,53
4	55,00	56,00	55,00	55,33	0,58

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	34,00				
Repeticiones	2	3,50	1,75	0,84	5,1	10,9 ns
Tratamientos	3	18,00	6,00	2,88	4,8	9,8 ns
Error	6	12,50	2,08			
CV %			2,67			
Media			54,00			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	52,00	a
2	54,33	a
3	54,33	a
4	55,33	a



Anexo 28. Cobertura basal a los 30 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	58,00	56,00	56,00	56,67	1,15
2	57,00	56,00	57,00	56,67	0,58
3	58,00	59,00	57,00	58,00	1,00
4	56,00	57,00	58,00	57,00	1,00

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	10,92				
Repeticiones	2	0,17	0,08	0,07	5,1	10,9 ns
Tratamientos	3	3,58	1,19	1,00	4,8	9,8 ns
Error	6	7,17	1,19			
CV %			1,91			
Media			57,08			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	56,67	a
2	56,67	a
3	58,00	a
4	57,00	a

Anexo 29. Cobertura basal a los 45 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	58,00	57,00	57,00	57,33	0,58
2	57,00	58,67	58,00	57,89	0,84
3	60,00	62,00	61,00	61,00	1,00
4	60,00	59,00	61,00	60,00	1,00

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	33,07				
Repeticiones	2	0,57	0,29	0,31	5,1	10,9 ns
Tratamientos	3	27,00	9,00	9,82	4,8	9,8 **
Error	6	5,50	0,92			
CV %			1,62			
Media			59,06			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	57,33	b
2	58,00	b
3	61,00	a
4	60,00	ab

Anexo 30. Cobertura aérea a los 15 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa mas vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	76,00	75,20	74,50	75,23	0,75
2	84,33	86,00	85,00	85,11	0,84
3	86,22	84,40	86,00	85,54	0,99
4	83,67	85,30	85,00	84,66	0,87

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	11	226,33				
Repeticiones	2	0,06	0,03	0,03	5,1	10,9 ns
Tratamientos	3	220,31	73,44	73,93	4,8	9,8 **
Error	6	5,96	0,99			
CV %			4,20			
Media			82,64			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	75,23	b
2	85,11	b
3	85,54	a
4	84,66	ab

Anexo 31. Cobertura aérea a los 30 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	127	132	120	126,44	6,05
2	116	126	124	122,22	5,17
3	129	128	131	129,55	1,68
4	128	112	124	121,44	8,14

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	394,31				
Repeticiones	2	0,88	0,44	0,01	5,1	10,9
Tratamientos	3	129,50	43,17	0,98	4,8	9,8
Error	6	263,93	43,99			
CV %			5,31			
Media			124,92			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	126,44	a
2	122,22	a
3	129,55	a
4	121,44	a

Anexo 32. Cobertura aérea a los 45 días % como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	149	134	141	141,44	7,35
2	151	140	143	144,66	5,61
3	154	151	146	150,33	4,04
4	150	147	142	146,22	4,02

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	358,58				
Repeticiones	2	170,83	85,41	7,89	5,1	10,9
Tratamientos	3	122,78	40,93	3,78	4,8	9,8
Error	6	64,97	10,83			
CV %			2,26			
Media			145,67			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	141,44	a
2	144,66	a
3	150,33	a
4	146,22	a

Anexo 33. Producción de forraje verde (tn/ha) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	18.10	18.15	18.20	18.15	0.05
2	21.50	21.60	21.40	21.50	0.10
3	24.56	24.60	24.30	24.49	0.16
4	22.70	22.80	22.90	22.80	0.10

### ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	64.94				
Repeticiones	2	0.02	0.01	0.65	5.1	10.9
Tratamientos	3	64.84	21.61	1609.93	4.8	9.8
Error	6	0.08	0.01			
CV %			0.53			
Media			21.73			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	18.15	d
2	21.50	c
3	24.49	a
4	22.80	b

Anexo 34. Producción de Materia seca (tn/ha) como efecto de la utilización de *Rhizobium meliloti* en el cultivo de alfalfa más vermicompost.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Means	Desvest
	I	II	III		
0	4.53	4.50	4.52	4.52	0.01
2	5.38	5.30	5.40	5.36	0.05
3	6.14	6.10	6.14	6.13	0.02
4	5.68	5.60	5.70	5.66	0.05

### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0.05	0.01
Total	11	4.15				
Repeticiones	2	0.01	0.00	11.16	5.1	10.9
Tratamientos	3	4.14	1.38	3187.16	4.8	9.8
Error	6	0.00	0.00			
CV %			0.38			
Media			5.41			

### SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Medias	Rango
0	4.52	c
2	5.36	a
3	6.13	a
4	5.66	b