



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE VERMICOMPOST Y  
GIBERELINAS EN LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DE *Medicago sativa*  
(ALFALFA)”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del título de**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

**SANTIAGO PAUL CORREA MOROCHO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2013**

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

---

Ing. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Luis Rafael Fiallos Ortega. Ph. D.  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. Santiago Fahureguy Jiménez Yáñez.  
**ASESOR DE TESIS**

Riobamba, 30 de Octubre del 2013.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme las fuerzas y la sabiduría para seguir el camino correcto, por ser el guía incondicional, para llegar a cumplir las metas propuestas en mi vida, por brindarme la fortaleza en momentos difíciles y no abandonarme en ningún instante.

A mis padres por ser el apoyo incondicional, por darme el ánimo y el aliento en todo momento, por ofrecerme valores de perseverancia, por darme esta herencia tan grande como son los estudios y creer en mí incondicionalmente.

Al Dr. Luis Fiallos, director de esta investigación, por su acertada y generosa dirección y a mi asesor de tesis Ing. Santiago Jiménez, por sus sugerencias en la presente investigación. Y a cada uno de los profesores que durante el transcurso de mi vida universitaria supieron enriquecer mis conocimientos de una manera muy positiva.

A la Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que me ha dado la oportunidad de emprenderme como profesional.

Y todos mis amigos con quienes compartimos momentos gratos durante el ciclo estudiantil.

SANTIAGO.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Eudoro y Angelita por haber guardado en mi su confianza y apoyo incondicional.

A mi esposa Magaly Cortez por su apoyo moral e incondicional para alcanzar todas las metas propuestas.

A mis hermanos José Luis, Germán por su aliento y apoyo a cada instante de mi vida

Y a todas las personas que de una u otra manera apoyaron mi vida universitaria y me proporcionaron su ayuda incondicional.

SANTIAGO.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	<b>3</b>
A. ALFALFA ( <i>Medicago sativa</i> )	3
1. <u>Origen de la alfalfa</u>	3
2. <u>Composición química</u>	3
3. <u>Características botánicas</u>	4
4. <u>Datos técnicos</u>	4
a. Cosecha	5
b. Exigencias del cultivo	5
c. Abonado	6
d. Plagas de la alfalfa	6
e. Enfermedades de la alfalfa	7
B. ABONOS ORGÁNICOS	8
1. <u>Propiedades del abono orgánico</u>	8
a. Propiedades físicas	9
b. Propiedades químicas	9
c. Propiedades biológicas	9
2. <u>Ventajas y desventajas de la aplicación de abono orgánico</u>	10
a. Ventajas de los abonos orgánicos	10
b. Desventajas	10
3. <u>Importancia de los abonos orgánicos</u>	11
4. <u>Uso del abono orgánico</u>	12
C. VERMICOMPOST	12
1. <u>Beneficios</u>	14
E. LAS HORMONAS VEGETALES EN EL DESARROLLO Y COMPORTAMIENTO DE LAS PLANTAS	15
1. <u>Funciones</u>	16

2.	<u>Características</u>	18
3.	<u>Hormona vegetal</u>	19
a.	Giberelinas	20
1.	<u>Sitio de síntesis</u>	22
2.	<u>Transporte</u>	23
3.	<u>Tipos de giberelinas</u>	23
4.	<u>Modo de acción</u>	23
5.	<u>Efectos fisiológicos</u>	24
6.	<u>Usos de giberelinas en la agricultura</u>	25
a.	Germinación de semillas	25
b.	Crecimiento vegetativo	26
c.	Formación de flores	26
d.	Maduración	26
<b>III.</b>	<b><u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	<b>27</b>
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	27
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	28
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	28
1.	<u>Materiales</u>	28
a.	De campo	28
b.	Herramientas	29
c.	Equipos	29
d.	Insumos	29
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	29
1.	<u>Esquema del experimento</u>	30
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	31
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE SIGNIFICANCIA	32
1.	<u>Esquema del análisis de varianza</u>	32
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	33
H.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
1.	<u>Tiempo de ocurrencia de la prefloración</u>	34
2.	<u>Porcentaje de cobertura basal, %</u>	34
3.	<u>Porcentaje de cobertura aérea, %</u>	34
4.	<u>Altura de la planta, (cm)</u>	34

5.	<u>Producción de materia verde y seca en prefloración</u>	34
6.	<u>Número de tallos por planta, unidades</u>	35
7.	<u>Número de hojas /tallo, unidades</u>	35
8.	<u>Análisis de suelo inicial y final</u>	35
9.	<u>Análisis económico</u>	35
<b>IV.</b>	<b><u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b>	<b>36</b>
A.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA <i>Medicago sativa</i> , BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS EN EL PRIMER CORTE	36
1.	<u>Días a la prefloración</u>	36
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	36
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	41
2.	<u>Porcentaje de cobertura basal</u>	41
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	41
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	43
3.	<u>Porcentaje de Cobertura aérea</u>	45
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	45
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	47
4.	<u>Altura de la planta</u>	49
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	49
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	51
5.	<u>Producción de forraje verde</u>	53
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	53
b.	Por efecto de los niveles de giberelinas	55
6.	<u>Producción de materia seca</u>	57
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	57
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	59
7.	<u>Numero de tallos por planta</u>	63
a.	Por efecto del nivel de giberelinas	63
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	65
8.	<u>Numero de hojas por tallo</u>	67
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	67
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	69

B.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA <i>Medicago sativa</i> , BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS EN EL SEGUNDO CORTE	73
1.	<u>Días a la prefloración</u>	73
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	73
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	76
2.	<u>Porcentaje de cobertura basal</u>	79
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	79
b.	Por efecto del nivel giberelinas	81
3.	<u>Porcentaje de cobertura aérea</u>	83
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	83
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	85
4.	<u>Altura de la planta</u>	86
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	86
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	88
5.	<u>Producción de forraje verde</u>	89
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	89
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	91
6.	<u>Producción de materia seca</u>	92
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	92
7.	<u>Numero de tallos por planta</u>	95
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	95
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	97
8.	<u>Numero de hojas por tallo</u>	98
a.	Por efecto del nivel de vermicompost	98
b.	Por efecto del nivel de giberelinas	100
D.	ANÁLISIS DE SUELO INICIAL Y FINAL	101
E.	EVALUACION ECONOMICA	102
V.	<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	<b>104</b>
VI.	<b><u>RECOMENDACIONES</u></b>	<b>105</b>
	<b>ANEXOS</b>	

## RESUMEN

En la provincia de Chimborazo, cantón Guano, barrio la Inmaculada, se realizó la evaluación de diferentes dosis de vermicompost (4, 6, 8 t/ha.), y giberelinas (250, 500, 750 ml/ha.), en la producción forrajera del *Medicago sativa*, aplicando un Diseño de Bloques Completamente al Azar en arreglo bifactorial. Los resultados infieren en el primer corte las mejores respuestas, con 8 t/ha, de vermicompost (T3), específicamente para cobertura basal (45,07%); producción de forraje verde (16,87 t/FV/ha/corte), número de tallos por planta (51,33), y número de hojas por tallo (117,43), con diferencias altamente significativas. En el segundo corte numéricamente se encontraron mejores respuestas en producción de forraje verde (17,32 t/FV/ha/corte), número de tallos por planta (52,44), y número de hojas por tallos (115,83), en el tratamiento T3. La aplicación de diferentes dosis de giberelinas no afectó estadísticamente los resultados. El análisis económico registra mayor rentable con 8 t/ha, de vermicompost por cuanto se alcanzó un beneficio costo de 1,70. Por lo que se recomienda aplicar en el *Medicago sativa*, 8 t/ha, de vermicompost, por cuanto se obtuvo una mayor cantidad de forraje verde por corte, mejoró la calidad de suelo, lo que garantizará obtener rentabilidades económicas que beneficien a los productores y ganaderos.

## ABSTRACT

In Chimborazo province, Guano town, La Inmaculada neighborhood an assessment of different doses of vermicompost (4,6,8 t/ha.), and giberelines (250, 500, 750 ml/ha) were performed through the forage production Medicago Sativa. It was evaluated by a desing of a completely randomized block of bifactorial structure. The results obtained infer in the first cut-off, the best answers were in the treatment with 8 t/ha vermicompost (T3), specially for the basal coverage (45,07%); production of Green forage (16,87 t/FV/ha/cut-off), number of stalks per plant (51,33), with highly significant differences. In the second one the same tendency was registered where the production of Green forage was (17,32 t/FV/ha/cu-off), number of stalks per plant (52,44), in the treatment T3. The application of different doses of giberelines did not affect statistically in both cut-off. The economic analysis registered a higher profitability with 8 t/ha, of vermicompost thus a profit of 1,70 was reached. It is recommended to apply in the Medicago sativa, 8 t/ha, of vermicompost because it was obtained a higher amount of Green forage by cut-off the soil quality improved. It will guarantee to obtain economic profits which can benefit both producers and farmers.

## LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	CLASIFICACIÓN DE LAS HORMONAS VEGETALES Y SUS APLICACIONES.	21
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN GUANO.	27
3.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.	27
4.	ESQUEMA DE EXPERIMENTO.	31
5.	ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).	32
6.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA <i>Medicago sativa</i> , BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE VERMICOMPOST (4, 6, y 8 Tn/ha.), EN EL PRIMER CORTE.	36
7.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA <i>Medicago sativa</i> , BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS (250; 500; y 750 cc/ha.), DE GIBERELINAS EN EL PRIMER CORTE.	56
8.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA <i>Medicago sativa</i> , BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE VERMICOMPOST (4, 6, y 8 Tn/ha.), EN EL SEGUNDO CORTE.	24
9.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA <i>Medicago sativa</i> , BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS (250; 500; y 750 cc/ha.), DE GIBERELINAS EN EL SEGUNDO CORTE.	82
10.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS EN LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DE ALFALFA ( <i>MEDICAGO SATIVA</i> ).	103

## LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1.	Días a la prefloración de la alfalfa <i>Medicago sativa</i> , en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 38
2.	Regresión del tiempo de ocurrencia a la prefloración de la alfalfa <i>Medicago sativa</i> , en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4 Tn/ha; 5 Tn/ha. y 750 Tn/ha.), de vermicompost. 40
3.	Porcentaje de cobertura basal de la alfalfa <i>Medicago sativa</i> , en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 42
4.	Porcentaje de cobertura basal de la alfalfa <i>Medicago sativa</i> , en el primer corte bajo el efecto de la fertilización con vermicompost más la adición de diferentes dosis (250; 500 y 750 cc/ha Tn/ha.) de giberelinas. 44
5.	Porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa <i>Medicago sativa</i> , en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 46
6.	Porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa <i>Medicago sativa</i> , en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250; 500 y 750 cc/ha.), de giberelinas. 48
7.	Altura de la planta de alfalfa <i>Medicago sativa</i> , en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 50
8.	Regresión de la altura de la planta de alfalfa <i>Medicago sativa</i> , en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250; 500 y 750 cc/ha), de giberelinas. 52
9.	Producción de forraje verde de la alfalfa <i>Medicago sativa</i> , en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 54
10	Producción de forraje en materia seca de la alfalfa <i>Medicago sativa</i> , en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 58

11. Producción de forraje en materia seca de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250, 500, y 750 cc/ha.) de giberelinas. 60
12. Regresión de la producción de forraje en materia seca de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250; 500, y 750 cc/ha.) de giberelinas. 62
13. Número de tallos por planta de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 64
14. Número de tallos por planta de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250, 500, y 750 cc/ha.) de giberelinas. 66
15. Número de hojas por tallo de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 68
16. Regresión del número de hojas por tallo de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250; 500, y 750 cc/ha.) de giberelinas. 70
17. Número de hojas por tallo de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250, 500, y 750 cc/ha.) de giberelinas. 72
18. Días a la prefloración de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4; 6; y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 75
19. Regresión del número de hojas por tallo de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250; 500, y 750 cc/ha.) de giberelinas. 77
20. Porcentaje de cobertura basal de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4; 6; y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 80
21. Porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4; 6; y 8 Tn/ha.) de 84

vermicompost.

22. Altura de la planta de alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4; 6; y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 87
23. Producción de forraje verde de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4; 6; y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 90
24. Producción de forraje en materia seca de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4; 6; y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 93
25. Número de tallos por planta de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4; 6; y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 96
26. Número de hojas por tallo de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4; 6; y 8 Tn/ha.) de vermicompost. 99

## LISTA DE ANEXOS

N°

1. Análisis estadístico de los días a la prefloración en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas. 7
2. Análisis estadístico de la cobertura basal en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
3. Análisis estadístico de la cobertura aérea en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
4. Análisis estadístico de la altura de la planta en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
5. Análisis estadístico de la producción en forraje verde en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
6. Análisis estadístico de la producción en materia seca en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
7. Análisis estadístico número de tallos por planta en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
8. Análisis estadístico número de hojas por tallo en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
9. Análisis estadístico de los días a la prefloración en el segundo corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
10. Análisis estadístico de la cobertura basal en el segundo corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

11. Análisis estadístico de la cobertura aérea en el segundo corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
12. Análisis estadístico de la altura de la planta en el segundo corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas
13. Análisis estadístico de la producción en forraje verde en el segundo corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
14. Análisis estadístico de la producción en materia seca en el segundo corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
15. Análisis estadístico número de tallos por planta en el segundo corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.
16. Análisis estadístico número de hojas por tallo en el segundo corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A medida que el hombre fue desarrollando el cultivo en la tierra, ésta en sus inicios fue muy fértil y no era necesaria la utilización de ninguna clase de fertilizante, pero con el transcurso del tiempo, la agricultura se fue intensificando, aguardando aportar alternativas que vayan en beneficio del agricultor y del medio ambiente; pero más bien han promovido de alguna manera la tala de bosques, destrucción de manglares, uso desmedido de agroquímicos, inapropiadas prácticas de manejo y conservación de suelos cuyo resultado final son suelos erosionados, salinización, compactación, contaminación ambiental, o sea rompimiento del equilibrio ecológico. La agricultura biológica se considera más autónoma, económica, de alto valor añadido y sin impacto negativo sobre los recursos naturales, la salud humana y el medio ambiente.

Su objetivo fundamental está definido por su origen, es decir, haber sido producido según métodos ecológicos, sociales, culturales y económicamente perdurables; y su calidad, entendida como inocuidad tóxica y vitalidad alimenticia. Hoy en día, los productores alrededor del mundo han retomado a la agricultura orgánica en cultivos intensivos no sólo en productos para el consumo humano sino también a la producción de pastos y forrajes destinado a la alimentación animal; porque se ha comprobado que la utilización de los abonos orgánicos, tales como: Bokashi, humus, compost, entre otros; actúa aumentando las condiciones nutritivas de la tierra, mejoran su condición física, aportan materia orgánica y fertilizan.

Aplicar la ecología a los sistemas de producción agropecuaria, en la lógica de la agricultura ecológica significa, por lo general, entender la unidad productiva como un sistema en el cual interactúan los seres vivos entre sí y en el que su medio ambiente físico es determinado por los límites espaciales. Dentro de ella se conciben de manera integral las relaciones suelo-planta, cultivos entre sí, cultivos con crianza animal, etc., y se busca que el equilibrio dinámico de este conjunto se base en la simbiosis, la interacción y la autorregulación de los diversos componentes biológicos y no biológicos del sistema.

La justificación de la investigación tiene que ver con la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos en los distintos cultivos, ya que según investigaciones realizadas, el vermicompost ha sido probado en cultivos de alfalfa dando muy buenos resultados principalmente ayudando a mejorar la estructura del suelo y su fertilidad, además que ayudan a modificar la población de microorganismos, por otra parte en la investigación al combinar con las giberelinas las cuales han sido probadas en investigaciones realizadas en Universidades de México han dado muy buenos resultados ya que han ayudado a elevar el crecimiento de las plantas, y de esta forma han obtenido praderas con buenos rendimientos productivos, de mejor calidad nutritiva para la alimentación de los animales.

Por lo anotado anteriormente los objetivos fueron:

- Determinar el nivel óptimo de utilización de vermicompost (4, 6, 8 t/ha.) y giberelinas (250, 500, 750 cc/ha.) en la producción forrajera de alfalfa (*Medicago sativa*).
- Conocer el comportamiento de las diferentes dosis de vermicompost (4, 6, 8 t/ha.) y giberelinas (250, 500, 750 cc/ha.) en la producción forrajera de alfalfa (*Medicago sativa*).
- Evaluar la rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo, de la producción de alfalfa utilizando diferentes niveles de vermicompost y giberelinas.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. ALFALFA (*Medicago sativa*)**

#### **1. Origen de la alfalfa**

<http://www.infoagro.com>.(2012), 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 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.

#### **2. Composición química**

<http://www.mailxmail.com>.(2012), añade que la alfalfa contiene: proteínas, grasas, hidratos de carbono; minerales (sodio, magnesio, potasio, azufre, calcio, fósforo, hierro, cobalto, manganeso, cobre, 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 metilmetionina, 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.

### **3. Características botánicas**

Tineo, A, (2004), señala que la alfalfa 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.

### **4. Datos técnicos**

Escalante, M. (2005), señala que la alfalfa, cuyo nombre científico es *Medicago sativa*, es una especie herbácea perteneciente a la familia de las leguminosas. Corresponde a una planta perenne que florece en primavera. Los datos técnicos son:

- Método de siembra: recomienda la siembra al voleo o con una sembradora de granos pequeños a una profundidad de 1.5 a 2.0 cm.
- Densidad de siembra: la densidad de siembra es de 35 – 40 kg/ha.
- 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.

#### **a. Cosecha**

Bollo, E. (2006), reporta 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 ultimo 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.

#### **b. Exigencias del cultivo**

<http://www.agrobit.com>.(2012), 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° 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.

[\(http://www.viarural.com.ar\)](http://www.viarural.com.ar) (2012), 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.

### **c. Abonado**

Bollo, E. (2006), reporta 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 150 kg de K<sub>2</sub>O. 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.

### **d. Plagas de la alfalfa**

Terranova, E. (2001), manifiesta que además de la calidad del forraje, para obtener una alfalfa óptima, hay que conocer las enfermedades y plagas que son habituales en los campos de cultivo de alfalfa y, más importante, como prevenirse, 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, gardama, gusanos grises.

#### **e. Enfermedades de la alfalfa**

Según [http://www.satanso.com/noticia.\(2013\)](http://www.satanso.com/noticia.(2013)), las principales enfermedades que afectan el cultivo de alfalfa en nuestro país son:

- 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.

## **B. ABONOS ORGÁNICOS**

Rodríguez, P. (2009), señala que los abonos orgánicos 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>.(2012), 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.

### **1. Propiedades del abono orgánico**

<http://www.infoagro.com>. (2012), indica que los abonos orgánicos tienen una 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:

### **a. 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.

### **b. 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.

### **c. 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.

## **2. Ventajas y desventajas de la aplicación de abono orgánico**

### **a. Ventajas de los abonos orgánicos**

Tineo, A, (2004), 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.

<http://www.proamazonia.gov.pe>. (2012), reporta que 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.

### **b. Desventajas**

<http://www.infojardin.com>. (2012), 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.

### **3. Importancia de los abonos orgánicos**

<http://www.geocities.com>.(2012), 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.

Terranova, E. (2001), reporta que 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.

#### **4. Uso del abono orgánico**

[\(http://www.proamazonia.gob.pe\)](http://www.proamazonia.gob.pe).(2013), 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:

- Es utilizado para acondicionar la tierra, ya que ayuda a mantener el terreno arcilloso mejor aireado, y favorece para que el terreno arenoso retenga mejor la humedad.
- Se lo utiliza como capa de abono de cobertura, y poder esparcido alrededor de arbustos y árboles.
- Se lo aplica como mantillo, y se lo usa 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.

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.

#### **C. VERICOMPOST**

[\(http://www.emison.com\)](http://www.emison.com).(2012), 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.

Muslera, E. (2001) señala que el compost de lombriz o vermicompost es el producto o el proceso de compostaje usando varios gusanos, por lo general lombrices rojas, gusanos blancos y de tierra para crear una mezcla heterogénea de descomposición vegetal o residuos de alimentos, la ropa de cama, y vermicast, también llamado humus de lombriz, o estiércol de lombriz, es el producto final de la descomposición de la materia orgánica por una lombriz de tierra. Estas piezas de fundición se ha demostrado que contienen niveles reducidos de contaminantes y una mayor saturación de nutrientes que hacen materiales orgánicos antes de vermicompostaje. Contiene nutrientes solubles en agua, el humus de lombriz es un excelente abono orgánico, rico en nutrientes, y acondicionador de suelos.

Rodríguez, P. (2009), indica que hay dos métodos principales de gran escala, el primero utiliza una hilera, que consiste en materiales de ropa de cama para las lombrices de tierra para vivir y actúa como un contenedor grande; en donde el material orgánico se añade a la misma. A pesar de la hilera no tiene barreras físicas para evitar que los gusanos escapen, en teoría no deberían debido a la abundancia de materia orgánica para que puedan alimentarse. A menudo, para las hileras se utiliza en una superficie de concreto para evitar que los depredadores tengan acceso a la población de gusanos.

Tineo, A. (2004), manifiesta que el segundo tipo de sistema de vermicompostaje a gran escala es la cama elevada o sistema de flujo continuo. Aquí los gusanos se alimentan de una pulgada de "gusano chow" en la parte superior de la cama, y una pulgada de piezas de fundición se cosechan de abajo tirando de una barra separadora a través de la pantalla de malla grande que forma la base de la cama. Debido a que los gusanos rojos son habitantes de la superficie en constante movimiento hacia la nueva fuente de alimento, el sistema de flujo continuo elimina

la necesidad de separar los gusanos de las piezas coladas antes del envasado. Flujo a través de sistemas se adaptan bien a las instalaciones interiores, por lo que la opción preferida para las operaciones en climas más fríos.

Aranda, D. (2005), explica que el vermicompost se ha demostrado ser más rico en muchos nutrientes que otros abonos producidos por otros compostajes. También se ha superado un medio de planta comercial con nutrientes añadidos, pero necesitaba un ajuste de pH para el magnesio. Sin embargo, otros estudios han demostrado que los efectos de los hechos en casa, patio trasero, humus de lombriz en comparación con abono municipal fueron menores en términos de biomasa microbiana del suelo, la actividad microbiana del suelo, y los rendimientos de una especie de raigrás . Además, un estudio concluyó que las diferencias entre los métodos de compostaje fueron en gran parte debido a la materia prima, y por lo tanto no se pueden hacer generalizaciones entre composts elaborados a partir de materiales diversos. Es rico en vida microbiana que convierte los nutrientes ya presentes en el suelo en forma disponible para las plantas. A diferencia de otro abono, humus de lombriz también contienen moco gusano que ayuda a evitar que los nutrientes de lavar con el primer riego y mantiene la humedad mejor que suelo liso.

## 1. **Beneficios**

Según <http://www.infojardin.com>.(2012), los beneficios de producir vermicompost se citan a continuación:

- En el suelo mejora la estructura física, enriquece el suelo con microorganismos (añadiendo enzimas como la fosfatasa y celulasa ). La actividad microbiana en el humus de lombriz es 10 a 20 veces mayor que en el suelo y la materia orgánica que el gusano ingiere, en el suelo, mejora la capacidad de retención de agua, acelera el crecimiento de las plantas.

- Mejora el rendimiento de la germinación, el crecimiento de las plantas y los cultivos, mejora el crecimiento de la raíz y de la estructura, enriquece el suelo con microorganismos añadiendo hormonas vegetales como las auxinas y el ácido gibberico).
- Disminuye los residuos biológicos ya que permite su conversión por lo tanto reduce el flujo de residuos a los vertederos.
- Eliminación de los residuos biológicos de la corriente de desechos reduce la contaminación de otros materiales reciclables recogidos en una sola bandeja que tiene empleos poco cualificados en el ámbito local.
- Baja inversión de capital y tecnologías relativamente simples hacen vermicompostaje práctico para las regiones menos desarrolladas agrícolas.
- Ayuda a cerrar la " brecha metabólica "a través de reciclaje de residuos en el lugar. Los grandes sistemas a menudo utilizan el control de la temperatura y la mecanización de la cosecha, sin embargo otros equipos es relativamente simple y no se desgastan rápidamente.
- Reduce gases de efecto invernadero, tales como las emisiones de metano y óxido nítrico (producido en los vertederos o incineradores cuando no compostados o por medio de la cosecha metano).

## **E. LAS HORMONAS VEGETALES EN EL DESARROLLO Y COMPORTAMIENTO DE LAS PLANTAS**

Arias, C. (2007), reporta que al igual que otros seres vivos las plantas reaccionan frente a los estímulos que reciben de su medio externo mediante un conjunto de respuestas coordinadas que les permiten adaptarse continuamente a su medio en el caso de los vegetales este proceso se lleva a cabo mediante hormonas denominadas fitohormonas que podemos definir como sustancias de composición química variable que regulan y coordinan el ciclo vital de la planta

además intervienen en el movimiento y regulan su desarrollo y crecimiento así como su reproducción. Las hormonas son sustancias producidas en un tejido y transportadas a otro, donde producen unas respuestas fisiológicas determinadas. Son activas en cantidades pequeñísimas. Estas hormonas tienen las características:

- Se originan en las células meristematicas y se distribuyen a través de células o vasos hasta las células diana donde ejerce su acción.
- Son activas en muy pequeñas cantidades y se destruyen con rapidez tras ejercer su acción.
- Actúan sobre las células de manera coordinada de forma que las respuestas de la misma dependen de la concentración de las hormonas que llegan allí.

Según [http://wwwes.scribd.giberelinacom.\(2012\)](http://wwwes.scribd.giberelinacom.(2012)), las fitohormonas o también llamadas hormonas vegetales son sustancias químicas producidas por algunas células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las fitohormonas se producen en pequeñas cantidades en tejidos vegetales, a diferencia de las hormonas animales, sintetizadas en glándulas. Pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias, mediante transporte a través de los vasos xilemáticos y floemáticos.

## 1. Funciones

Para [http://www.biocity.iespana.com.\(2012\)](http://www.biocity.iespana.com.(2012)), las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, incluyendo sus raíces, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación. Una fitohormona interviene en varios procesos, y del mismo modo todo proceso está regulado por la acción de varias fitohormonas. Se establecen fenómenos de antagonismo y balance hormonal que conducen a una regulación precisa de las funciones vegetales, lo que permite solucionar el problema de la ausencia de sistema nervioso. Las fitohormonas ejercen sus efectos mediante complejos

mecanismos moleculares, que desembocan en cambios de la expresión genética, cambios en el cito esqueleto, regulación de las vías metabólicas y cambio de flujos iónicos.

Rodriguez, F. (2000), reporta que el desarrollo normal de una planta depende de la interacción de factores externos (luz, nutrientes, agua, temperatura) e internos (hormonas). Las hormonas vegetales son sustancias sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se transportan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo o metabolismo del vegetal. El término "sustancias reguladoras del crecimiento" es más general y abarca a las sustancias tanto de origen natural como sintetizado en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo o desarrollo en la planta. Las fitohormonas u hormonas vegetales son sustancias orgánicas, generalmente cristalizables, y de peso molecular medio, producidas por ciertas células vegetales en sitios de la planta y son capaces de regular de manera predominante sus fenómenos fisiológicos.

Arias, C. (2007), indica que las fitohormonas se producen en pequeñas cantidades en tejidos vegetales. Pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias, mediante transporte a través de los vasos del xilema y del floema. Las hormonas vegetales controlan un gran número de procesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación. Una fitohormona interviene en varios procesos, y del mismo modo todo proceso está regulado por la acción de varias fitohormonas. Los efectos fisiológicos producidos no dependen de una sola fitohormona, sino más bien de la interacción de muchas de estas sobre el tejido en el cual coinciden. Las fitohormonas pueden promover o inhibir determinados procesos. Dentro de las que promueven una respuesta existen 4 grupos principales de compuestos naturales, cada uno de los cuales con propiedades de regulación del crecimiento en plantas. Son: auxinas, giberelinas, citocininas y etileno. Dentro de las que inhiben encontramos el ácido abscísico, los inhibidores, morfotinas y retardantes del crecimiento, Cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta.

## 2. Características

Rodríguez, P. (2000), menciona que las características compartidas de este grupo de reguladores del desarrollo consisten en que son sintetizados por la planta, se encuentran en muy bajas concentraciones en el interior de los tejidos, y pueden actuar en el lugar que fueron sintetizados o en otro lugar, de lo cual concluimos que estos reguladores son transportados en el interior de la planta. Los efectos fisiológicos producidos no dependen de una sola fitohormona, sino más bien de la interacción de muchas de estas sobre el tejido en el cual coinciden. A veces un mismo factor produce efectos contrarios dependiendo del tejido en donde efectúa su respuesta. Esto podría deberse a la interacción con diferentes receptores, siendo éstos los que tendrían el papel más importante en la transducción de la señal. Un claro ejemplo sería con el ABA (ácido abscísico): en semillas actúa uniéndose al elemento de respuesta Vp1 generando transcripción de proteínas de reserva y en estomas (hojas) una disminución del potencial osmótico que deriva en el cierre estomático (no se ha definido, pero se ha comprobado que no es Vp1). Esta característica las distingue de las hormonas animales.

Según [www.wikilearning.com](http://www.wikilearning.com).(2012), las plantas a nivel de sus tejidos también producen sustancias que disminuyen o inhiben el crecimiento, llamadas inhibidores vegetales. Sabemos que estas sustancias controlan la germinación de las semillas y la germinación de las plantas. Los hombres de ciencia han logrado producir sintéticamente hormonas o reguladores químicos, con los cuales han logrado aumentar o disminuir el crecimiento de las plantas las cuales realizan fotosíntesis siempre para alimentarse. Regulan procesos de correlación, es decir que, recibido el estímulo en un órgano, lo amplifican, traducen y generan una respuesta en otra parte de la planta. Interactúan entre ellas por distintos mecanismos:

- Sinergismo: la acción de una determinada sustancia se ve favorecida por la presencia de otra.
- Antagonismo: la presencia de una sustancia evita la acción de otra.

- Balance cuantitativo: la acción de una determinada sustancia depende de la concentración de otra.

Según <http://www.dspace.espol.edu.ec>.(2012), las hormonas vegetales tienen además, dos características distintivas de las hormonas animales: Ejercen efectos pleiotrópicos, actuando en numerosos procesos fisiológicos. Su síntesis no se relaciona con una glándula, sino que están presentes en casi todas las células y existe una variación cualitativa y cuantitativa según los órganos. Las hormonas y las enzimas cumplen funciones de control químico en los organismos multicelulares. Las fitohormonas pueden promover o inhibir determinados procesos. Dentro de las que promueven una respuesta existen 4 grupos principales de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe fuertes propiedades de regulación del crecimiento en plantas. Se incluyen grupos principales: auxinas, giberelinas, citocininas y etileno, cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta. Mientras que cada fitohormona ha sido implicada en un arreglo relativamente diverso de papeles fisiológicos dentro de las plantas y secciones cortadas de éstas, el mecanismo preciso a través del cual funcionan no es aún conocido.

### **3. Hormona vegetal**

Para <http://www.fundmcch.com.ec>.(2012), las hormonas vegetales pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias mediante transporte a través de los vasos xilématicos y floemáticos. Las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, la caída de las hojas, la floración, la floración del fruto y la germinación. Las fitohormonas ejercen sus efectos mediante complejos mecanismos moleculares, que desembocan en cambios de la expresión genética, cambios en el citoesqueleto, regulación de las vías metabólicas y cambio de flujos iónicos. Los tipos de hormonas más comunes son:

### a. Giberelinas

Brückner, B. (2001), menciona que las giberelinas son una familia de sustancias naturales aisladas inicialmente de un hongo (*Gibberella*) que favorece el crecimiento de las plantas comportándose como hormonas vegetales. El ácido giberélico o giberalina A3 es utilizado en los cultivos in vitro, la giberelinas lleva a un alargamiento de las manzanas rojas en cambio la citokinina asegura un desarrollo de los lobes capilares. Son hormonas vegetales que inducen crecimiento, mientras que cada fitohormona ha sido implicada en un arreglo relativamente diverso de papeles fisiológicos dentro de las plantas y secciones cortadas de éstas, el mecanismo preciso a través del cual funcionan no es aún conocido, en el cuadro 1, se indica la clasificación de las hormonas vegetales.

Rivastava, L. (2002), las giberelinas pertenecen a la familia de sustancias naturales aisladas de un hongo (*gibberella*) que favorece el crecimiento de las plantas comportándose como hormonas vegetales. El ácido giberélico A3, es utilizado en los cultivos in vitro, son hormonas vegetales que inducen crecimiento. Se encuentran en todos los órganos, pero sobre todo en las semillas inmaduras. El Ácido giberélico (GA3) fue la primera de esta clase de hormonas en ser descubierta. Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en puntas de las raíces y en semillas en desarrollo. La hormona no muestra el mismo transporte fuertemente polarizado como el observado para la auxina, aunque en algunas especies existe un movimiento basipétalo en el tallo. Su principal función es incrementar la tasa de división celular (mitosis). Además de ser encontradas en el floema, las giberelinas también han sido aisladas de exudados del xilema, lo que sugiere un movimiento más generalmente bidireccional de la molécula en la planta.

Cooke, G. (2006), indica que las giberelinas, todas son ácidos carboxílicos diterpenoides tetracíclicos, se las denomina ácidos giberélicos y se las representa como GAs, distinguiéndose una de otra por un subíndice: GA13, GA20, GA52, etc. Hasta hoy se han caracterizado unas 125 giberelinas. Todas tienen 19 o 20 átomos de carbono agrupados en sistemas de 4 o 5 anillos.

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN DE LAS HORMONAS VEGETALES Y SUS APLICACIONES.

Efecto fisiológico	Auxinas	Giberelinas	Citoquininas	Ácido abscisico	Etileno
Respuestas trópicas	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Aumento del tamaño celular en cultivos de tejidos	Sí	Si	Sí	No	No
Control de la diferenciación en el cultivo de tejidos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Estimula el enraizamiento	Sí	No	Respuesta muy variable	Si	Sí
Inhibe el desarrollo radicular	Sí	No	Si	Puede inhibirlo	No
Estimula la división del cambium	Sí	Sí	Sí	Puede inhibirla	No
Abscisión de hojas y frutos	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Activa el crecimiento de frutos	Sí	Sí	Si	No	No
Afecta al crecimiento del tallo	No	Sí, lo activa	No	Lo inhibe	Lo inhibe
Interrumpe el reposo de las yemas vegetativas	No	Sí	Sí	No, lo induce	Si
Favorece la germinación de algunas semillas	No	Sí	No	Si	Si
Favorece la síntesis de alfa-amilasa en granos de cereal	No	Sí	Sí	Si	No
Mantenimiento de la dominancia apical	Sí	Sí	Si	Si	Sí
Inhibe la degradación de proteínas y de clorofila en la senescencia	Si	Sí	Si	No, la acelera	No, la acelera
Activa el pico climatérico de la respiración de frutos en el proceso de maduración	Si	No	No	No	Sí

Fuente: Cooke, G. (2006).

Sánchez, L. (2005), indica que las giberelinas de 20 carbonos son las que tienen mayor actividad; las de 19 carbonos surgen cuando las de 20 pierden un carbono, y llevan un anillo de g lactona. Una planta puede producir varias giberelinas, aunque no todas ellas sean activas. Se forman en ápices de tallos y raíces, en hojas jóvenes, partes florales, semillas inmaduras, embriones en germinación. En general las partes vegetativas contienen menos GA que las partes reproductivas, así las semillas inmaduras son ricas en giberelinas, aunque dichos niveles disminuyen a medida que éstas maduran. Desde su descubrimiento, las giberelinas (GA) tomaron su posición como hormonas críticas en el desarrollo de las plantas, su nombre proviene del hongo *Gibberella fujikuroi* de donde fueron extraídas originalmente. Por su relevancia fisiológica, la “facilidad” de su obtención y la consistencia de efecto al aplicarse a los cultivos, el uso comercial de giberelinas ha sido uno de las tecnologías más antiguas y extendidas en la agricultura.

### **1. Sitio de síntesis**

Brückner, B. (2001), menciona que cualquier tejido vegetal puede producir giberelinas entre ellos tenemos: raíz, tallo, hojas, semillas, pulpa de fruto, ápice de ramas, de todos estos se reconoce que las hojas jóvenes son los órganos en donde hay más síntesis. En términos generales las giberelinas se producirán en mayor cantidad en etapas de intensa actividad de crecimiento, y en particular cuando hay mucho alargamiento celular en los tejidos. Cuando hay condiciones adversas a una planta, se reduce la síntesis de giberelinas, se descomponen moléculas de la hormona, y se unen con azúcares; todo esto provoca una reducción o detención del crecimiento.

Sanchez, L. (2005), indica que la aplicación de las giberelinas a un tejido puede inducirle a que sintetice esa misma hormona, con lo que el efecto alcanzado puede ser superior o más prolongado; excesos de la aplicación de las giberelinas, pueden estimular síntesis de etileno, hormona que provoca efectos degradativos o deformativos en los tejidos.

## **2. Transporte**

Trejo, V. (2004), manifiesta que las giberelinas se transportan por el floema junto con los productos de la fotosíntesis y también por el xilema probablemente por desplazamiento radial desde el floema al xilema. Generalmente se movilizan a tejidos jóvenes en crecimiento tales como puntas de tallos, raíces y hojas inmaduras, los GA se pueden translocar a través del xilema o el floema, por lo que del sitio donde se produce puede moverse para cualquier otra parte de la planta que lo esté demandando. Así, la acción fisiológica puede ejercerla en el sitio de origen de síntesis o lejos del mismo. De cualquier forma si se busca un efecto específico usándolo como un biorregulador es mucho más consistente dirigir la aplicación al órgano objetivo.

## **3. Tipos de giberelinas**

<http://wwwes.wikipedia.org>.(2012), señala que en el reino vegetal se ha establecido que existen aproximadamente 120 diferentes tipos de giberelinas, las cuales se han ido numerando según se han ido descubriendo. Las diferencias entre ellas están en ligeros cambios en número de carbonos, grupos oxidrilos, etc. En las plantas se han identificado cerca de 65 giberelinas, mientras que 12 están exclusivamente en el hongo *Gibberella*; en semillas de manzano se han encontrado 24 distintas giberelinas. En condiciones de estrés para la planta, algunas giberelinas se asocian con azúcares y con ello pierden efectividad. De las distintas giberelinas, la número 3 ha sido la más estudiada por su alta efectividad y presencia en los tejidos vegetales; sin embargo, la número 1 es reconocida como la más activa de todas. A la número 3 se le conoce como *Ácido Giberélico*.

## **4. Modo de acción**

Según <http://wwwes.wikipedia.fitohormonas.org>.(2012), las giberelinas son activas y producen respuesta a concentraciones extremadamente bajas. Tiene que haber

un mecanismo eficaz para la percepción y transducción de la señal para que se produzca la respuesta. Las giberelinas incrementan tanto la división como la elongación celular (incrementa el número de células y la longitud de las mismas). Inducen el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos. Las giberelinas activan genes que sintetizan ARNm, el cual favorece la síntesis de enzimas hidrolíticas, como la  $\alpha$ -amilasa, que desdobra el almidón en azúcares, dando así alimento al organismo vegetal, y por tanto, haciendo que incremente su longitud

## 5. Efectos fisiológicos

Cooke, G. (2006), indica que las giberelinas son esencialmente hormonas estimulantes del crecimiento, presentando los siguientes efectos fisiológicos:

- Estimulan la elongación de los tallos (el efecto más notable). Debido al alargamiento de las células más que a un incremento de la división celular, es decir que incrementan la extensibilidad de la pared.
- Estimulan la germinación de las semillas en numerosas especies, y en cereales movilizan reservas para crecimiento inicial de la plántula.
- A nivel de las células de la aleurona, en semillas de cereales estimulan la síntesis y secreción de  $\alpha$ -amilasas, y la síntesis de otras enzimas hidrolíticas
- Inducen la partenocarpia. Proceso por el cual se forma fruto sin fertilización.
- Reemplaza la necesidad de horas frío (vernalización) para inducir la floración en algunas especies (hortícolas en general).
- Inducción de floración en plantas de día largo cultivadas en época no apropiada.
- Detienen el envejecimiento (senescencia) en hojas y frutos de cítricos.

Por su parte [http://www.es.wikipedia.org/wiki/Giberelinas.org](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Giberelinas).(2012), las funciones fisiológicas los clasifica de acuerdo al origen de procedencia:

- Naturales: Estimula el crecimiento del tallo de las plantas mediante la estimulación de la división y elongación celular, regulan la transición de la fase juvenil a la fase adulta, influyen en la iniciación floral, y en la formación de flores unisexuales en algunas especies; promueven el establecimiento y crecimiento del fruto, en casos de que las auxinas no aumentan el crecimiento, promueven la germinación de las semillas (ruptura de la dormición) y la producción de enzimas hidrolíticas durante la germinación.
- Comerciales: Producción de determinados frutos (uvas sin semillas), malteado de la cebada en la fabricación de cerveza (para acelerar el proceso de germinación de las semillas de cebada).

## **6. Usos de giberelinas en la agricultura**

Graebe, J. (2007), menciona que la aplicación comercial de hormonas en la agricultura está muy enfocada a promover el crecimiento (vegetativo, frutos, raíz), para lo cual las giberelinas han sido los compuestos más comunes. La razón de ello es de que su efecto es rápido, consistente y de amplio espectro en cuanto a especies y/o órgano, además de ser accesible económicamente.

### **a. Germinación de semillas**

Sánchez, L. (2005), menciona que la dormancia de las semillas está relacionada con cambios en las giberelinas, estableciéndose que aumentan progresivamente en la medida que el órgano sale de esa condición y germina. En general la aplicación de giberelinas a semillas adelanta y aumenta la cantidad de germinación; la mezcla con otras hormonas como citocininas favorece esos efectos.

## **b. Crecimiento vegetativo**

Trejo, V. (2004), afirma que la estructura general de la planta en cuanto a tallo y hojas es crítica para una adecuada productividad; por ello es importante alcanzar una masa vegetativa equilibrada que no compita con la masa reproductiva (excepto en los cultivos para follaje como alfalfa, lechuga, etc.). Las giberelinas tienen una función importante en esto, al estimular la división celular, pero más crítica es su acción en el proceso del alargamiento de las células formadas. Plantas que están en estrés no responderán muy bien al tratamiento y habrá que esperar a que salgan de esa condición para hacer la aplicación. Un tratamiento en cantidad excesiva de giberelinas provoca entrenudos muy largos, tallos delgados, hojas alargadas y delgadas, y una apariencia amarillamiento del cultivo.

## **c. Formación de flores**

Brückner, B. (2001), informa que en ciertas especies que requieren de día largo o vernalización para formar flores, las giberelinas promueven dicho proceso. En el resto de plantas se ha establecido que éstas hormonas inhiben la formación de las flores; en el campo es común observar situaciones de excesiva succulencia (mucho síntesis de giberelinas) y reducido número de flores. Aplicaciones excesivas de giberelinas a frutales y muchas hortalizas puede inhibir la aparición de flores, siendo un efecto a corto plazo

## **d. Maduración**

Rivastava, L. (2002), afirma que la presencia de giberelinas en los tejidos mantiene su actividad en cuanto a presencia de clorofila, ausencia de enzimas degradativas de proteínas, ácido nucleicos, etc. Así, en la etapa de maduración de órganos cuando hay procesos degradativos diversos, la cantidad de giberelinas presente es baja.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la provincia de Chimborazo, en el cantón Guano, en el barrio la Inmaculada en un cultivo de alfalfa ya establecido. El trabajo experimental comprendió un tiempo de duración de 120 días. Las condiciones meteorológicas del lugar se detallan en el cuadro 2, y las características del suelo en el cuadro 3, respectivamente.

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN GUANO.

Parámetros	Valores promedios
Temperatura, °C.	13.6
Precipitación, mm/año	358.7
Humedad relativa, %	65.3

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. MAGAP, (2010).

Cuadro 3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Parámetros	Valores
pH	6.5
Relieve	Plano
Tipo de suelo	Franco arenosos
Riego	Dispone
Drenaje	Bueno

Fuente: Instituto Nacional de Desarrollo Agrario. INDA. (2007).

## **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

La investigación estuvo constituida por 12 unidades experimentales (parcelas), cuyas dimensiones fueron de 32m<sup>2</sup> (8x4m en parcela neta útil), cada tratamiento constó de tres repeticiones, dando una superficie total de 324 m<sup>2</sup>.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

### **1. Materiales**

#### **a. De campo**

- Estacas para separación de parcelas.
- Costales.
- Tablas.
- Piola.
- Tanque 200 litros.
- Polietileno.
- Manguera.
- Letreros de identificación.
- Funda de papel.
- Fundas plásticas.
- Cinta adhesiva.
- Flexómetro.
- Cuadrante de 1 m<sup>2</sup>
- Pingos.
- Materiales de oficina.
- Botas de caucho.
- Mandiles.
- Guantes.
- Baldes.

**b. Herramientas**

- Martillo.
- Hoz.
- Azadas.
- Rastrillo.
- Sierra de madera.

**c. Equipos**

- Balanza romana de 150 kg.
- Cámara fotográfica.
- Computadora.
- Tarjeta flash memory.
- Bomba de Mochila.

**d. Insumos**

- Vermicompost.
- Giberelinas.
- Agua.

**D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

En la presente investigación se evaluó la utilización de Abono orgánico vermicompost (4, 6, 8 t/ha.), más la utilización de giberelinas (250, 500, 750 cc/ha), considerándose para el desarrollo investigativo un tamaño de la unidad experimental de 12, las mismas que tuvieron una dimensión de 36m<sup>2</sup>, cada una, modeladas bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar en arreglo bifactorial, donde los factores de estudio fueron

Factor A: Niveles de Vermicompost 4, 6, 8 t/ha

Factor B: Niveles de Giberelinas 250, 500, 750 cc/ha

El modelo lineal aditivo para el diseño de Bloques Completamente al Azar en arreglo bifactorial fue.

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

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$B_i$  = Efecto de los bloques i.

$A_j$  = Efecto del factor A (niveles de vermicompost), j

$B_k$  = Efecto del factor B (niveles de giberelinas), k

$A_j * B_k$  = Efecto de la interacción (niveles de vermicompost por giberelinas), jk

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

## 1. Esquema del experimento

El esquema del experimento se planteó de la siguiente manera como se detalla en el cuadro 4:

Cuadro 4. ESQUEMA DE EXPERIMENTO.

Factor A Vermicompost	Factor B Giberelinas	Código	Repeticiones	T.U.E (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
4 t/ha.	250 cc/ha	T1 G1	3	12	36
4 t/ha.	500 cc/ha	T1 G2	3	12	36
4 t/ha.	750 cc/ha	T1 G3	3	12	36
6 t/ha.	250 cc/ha	T2 G1	3	12	36
6 t/ha.	500 cc/ha	T2 G2	3	12	36
6 t/ha.	750 cc/ha	T2 G3	3	12	36
8 t/ha.	250 cc/ha	T3G1	3	12	36
8 t/ha.	500 cc/ha	T3G2	3	12	36
8 t/ha.	750 cc/ha	T3G3	3	12	36
TOTAL			27	108	324

Fuente Correa, S. (2012).

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

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Tiempo de ocurrencia a la prefloración (días).
- Porcentaje de Cobertura basal (%).
- Porcentaje de Cobertura aérea (%).
- Altura de la planta (cm).
- Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte).
- Producción de materia seca (t/MS/ha/año).
- Numero de tallos/ planta, unidades.
- Numero de hojas/tallo unidades.
- Análisis de suelo inicial y final.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos se sometieron a los siguientes análisis mediante la utilización del paquete estadístico infostat:

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Pruebas de significancia según Tuckey, para separación de medias con el nivel P ( $\leq 0.05$ ) y P ( $\leq 0.01$ ).
- Análisis de correlación y regresión.
- Análisis de la relación beneficio costo.

### 1. Esquema del análisis de varianza

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

Cuadro 5. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

Fuente de variación	Grados de Libertad
Total	26
Bloques	2
Factor A	2
Factor B	2
Interacción A*B	4
Error	16

Fuente Correa, S. (2012).

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- La investigación propuesta se desarrolló en un cultivo ya establecido de alfalfa (*Medicago sativa*), en el barrio la Inmaculada perteneciente al cantón Guano, se efectuó el análisis químico del suelo antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos para la correspondiente discusión con los resultados obtenidos.
- El primer paso fue la preparación del terreno, para lo cual se determinó el área a utilizar y se delimitó cada una de las parcelas de cada tratamiento con sus repeticiones respectivas, se trabajó en un cultivo de alfalfa establecida.
- Las labores culturales fueron iguales para todos los tratamientos y consistirán generalmente en el control de malezas y el riego de acuerdo a las condiciones ambientales.
- La evaluación de la producción de forraje verde y materia seca se realizó en la época de prefloración basada en lo que exponen la literatura científica encontrada.
- Durante la investigación se aplicó la fertilización utilizando los tres niveles de abono orgánico vermicompost más la aplicación de giberelinas a diferentes niveles, estableciéndose de la siguiente manera los tratamientos: para el tratamiento T1 se aplicó 4 t/ha, de vermicompost más 250 cc/ de giberelinas, para el tratamiento T2 4 t/ha, de vermicompost más 500 cc/ de giberelinas, para el tratamiento T3 se utilizó 4 t/ha, de vermicompost adicionando 750 cc/ha, de giberelinas, siguiendo la línea de investigación se tenía que en el tratamiento T4 se aplicó 6 t/ha, de vermicompost adicionando 250 cc/ de giberelinas, en el tratamiento T5 se aplicó 6 t/ha, de vermicompost con 500 cc/ de giberelinas, y en el tratamiento T6 se utilizó 6 t/ha, de vermicompost más 750 cc/ de giberelinas, el tratamiento T7, estableció una formulación de 8 t/ha, de vermicompost más 250 cc/ de giberelinas, el tratamiento T8 constó de 8 t/ha, de vermicompost más 500 cc/de giberelinas y finalmente en el tratamiento T9 se aplicó 8 t/ha, de vermicompost más 750 cc/ha, de giberelinas.

## H. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1. Tiempo de ocurrencia de la prefloración

Esta medición se la cuantificó en días, considerando el estado de prefloración, la cual se la determinó cuando el cultivo alcance el 10% de floración.

### 2. Porcentaje de cobertura basal,%

Para determinar la cobertura basal se utilizó el método de Línea de Canfield, que consistió en determinar por medio de una cinta métrica el área ocupada por la planta en el suelo. Se sumó el total de las plantas presentes en el transecto y por regla de tres simple se obtiene el porcentaje de cobertura basal.

### 3. Porcentaje de cobertura aérea, %

Se procedió de manera similar que en la cobertura basal, diferenciándose por ubicar a la cinta métrica a una altura media de la planta.

### 4. Altura de la planta, (cm)

Se utilizó un metro en centímetros registrando desde la superficie del suelo, hasta la media terminal de la hoja más alta, se evaluó la altura de 10 plantas al azar de los surcos intermedios para sacar un promedio general del tratamiento y eliminar el efecto borde.

### 5. Producción de materia verde y seca en prefloración

La producción de forraje verde se determinó por el método del Cuadrante y la materia seca mediante la utilización de una estufa, contrastando los pesos

iniciales de los finales, posteriormente fueron expresados en toneladas por hectárea y por año (t/ha/año).

#### **6. Número de tallos por planta, unidades**

Para evaluar el número de tallos por planta se seleccionó diez plantas al azar de los surcos intermedios y se procedió a contar los tallos por planta, se realizó para cada tratamiento y se calculó sus respectivos promedios.

#### **7. Número de hojas /tallo, unidades**

Para tomar esta variable se contó con 10 plantas al azar de los surcos intermedios y las hojas por planta, para cada tratamiento y se calculó sus respectivos promedios.

#### **8. Análisis de suelo inicial y final**

Se tomaron muestras del suelo en donde se realizó antes y después de la aplicación de los tratamientos la investigación y se los sometió a los análisis químicos en el laboratorio de la Facultad, para conocer el contenido de nutrientes minerales.

#### **9. Análisis económico**

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

Beneficio/Costo= ingresos totales/egresos totales.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA *Medicago sativa*, BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS EN EL PRIMER CORTE**

###### **1. Tiempo de ocurrencia a la prefloración**

###### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

La evaluación de la aplicación de diferentes niveles de vermicompost en la producción forrajera de la alfalfa (*Medicago sativa*), registró diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), presentándose por lo tanto el mayor tiempo de ocurrencia a la prefloración al ocurrir esta etapa al fertilizar con 4 t/ha, de vermicompost (T1), ya que las medias fueron de 39,33 días; seguido por el tratamiento con 6 t/ha, de vermicompost (T2), con medias de 38,67 días; finalmente el menor tiempo en ocurrir la prefloración en la alfalfa fue reportado en las parcelas a las que se aplicó 8 t/ha, de vermicompost (T3), con medias de 37,11 días, como se reporta en el cuadro 6, y se ilustra en el gráfico 1.

Respuestas que permiten afirmar que a medida que se incrementa el porcentaje de vermicompost en las parcelas experimentales disminuye el tiempo en aparecer la prefloración, esto se debe a lo indicado en <http://www.emison.com>.(2013), donde se señala que el vermicompost 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 como puede ser el tiempo a la ocurrencia a la prefloración que es más temprana Debido a que los abonos orgánicos se catalogan como enmiendas o mejoradores del suelo, las dosis que usualmente se aplican son comparativamente más altas y variables que las utilizadas con los fertilizantes minerales.

Cuadro 6. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA *Medicago sativa*, BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE VERMICOMPOST (4,6, y 8 t/ha.), EN EL PRIMER CORTE.

VARIABLE	NIVELES DE VERMICOMPOST, t/ha.			EE	Prob.
	4 t/ha. T1	6 t/ha. T2	8 t/ha. T3		
Tiempo de ocurrencia la prefloración, días.	39,33 b	38,67 b	37,11 a	0,42	0,005
Cobertura basal, %.	43,27 a	44,04 a	45,07 a	0,73	0,244
Cobertura aérea, %.	81,44 a	79,38 a	79,89 a	1,76	0,693
Altura de la planta, cm.	107,24 a	104,11 a	106,58 a	1,17	0,171
Producción en forraje verde, t/ha/corte.	16,54 a	16,38 a	16,87 a	0,29	0,493
Producción en materia seca, t/ha/año.	33,52 a	31,95 a	31,92 a	0,58	0,116
Número de Tallos por planta, N°.	49,00 a	46,67 a	51,33 a	2,58	0,459
Número de hojas por tallo, N°.	108,48 a	103,86 a	117,43 b	2,38	0,003

Fuente: Correa, S. (2013).

EE: Error estándar.

Prob. Probabilidad.

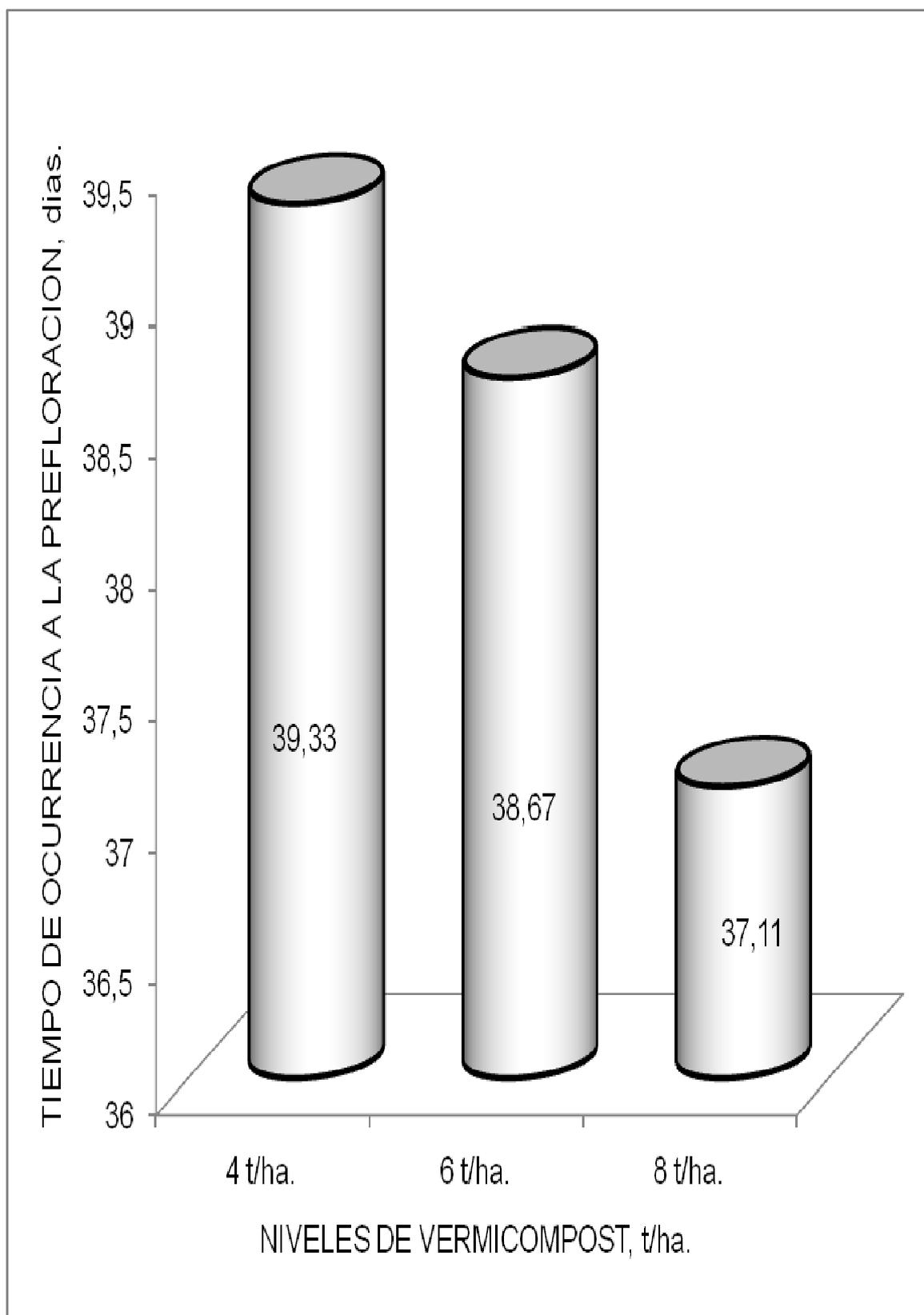


Gráfico 1. Tiempo de ocurrencia a la prefloración de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

Resultados que son inferiores a los reportados por Molina, C. (2010), quien en el primer corte de la alfalfa reporta el tiempo de ocurrencia a la prefloración a los 57,67 días, aplicando vermicompost, esto posiblemente se deba a que este abono dispone de mayor cantidad de nutrientes de fácil asimilación que influye en la prefloración haciendo que se provoque a un tiempo más temprano. Así como también son superiores a los reportes de Puetate, F. (2008), quien al evaluar vermicompost registra la prefloración a los 29,02 días.

Por otra parte, las respuestas obtenidas del tiempo a la prefloración, son menores que las determinadas por Aragadvay, R. (2010), quién al evaluar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloticon* la adición de estiércol de cuy en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa), determinó que este forraje presentó el 10% de floración entre los 43.33 y 47.00 días después del corte. Garcés, S. (2011), registro en la alfalfa (*Medicago sativa*), la etapa de prefloración a los 42 días al aplicar 5 t/ha de abono orgánico sólido potencializado con tricolora.

En el análisis de regresión (gráfico 2), se determinó una línea de tendencia cuadrática altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ), ya que se puede apreciar cuando se aplica a la alfalfa niveles de 4t/ha, hasta 6 t/ha, de vermicompost los días de ocurrencia a la prefloración se incrementan en 0,78 unidades por cada nivel utilizado, en tanto que al fertilizar con niveles 8 t/ha, de vermicompost los días al aparecer esta etapa disminuyen en 0,11 unidades, existe una relación negativa alta de esta variable con los niveles de vermicompost ya que el coeficiente correlacional fue de  $-0,53$ ; como también se evidencia un coeficiente de determinación  $R^2$  de 53,99% en tanto que el 46,01% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver muchas veces más que con la fertilización a las condiciones medio ambientales reinantes en los periodos de producción de la alfalfa, la ecuación de regresión cuadrática se describe a continuación.

$$\text{Tiempo de ocurrencia a la prefloración} = 38,0 + 0,78(NV) - 0,11(NV)^2$$

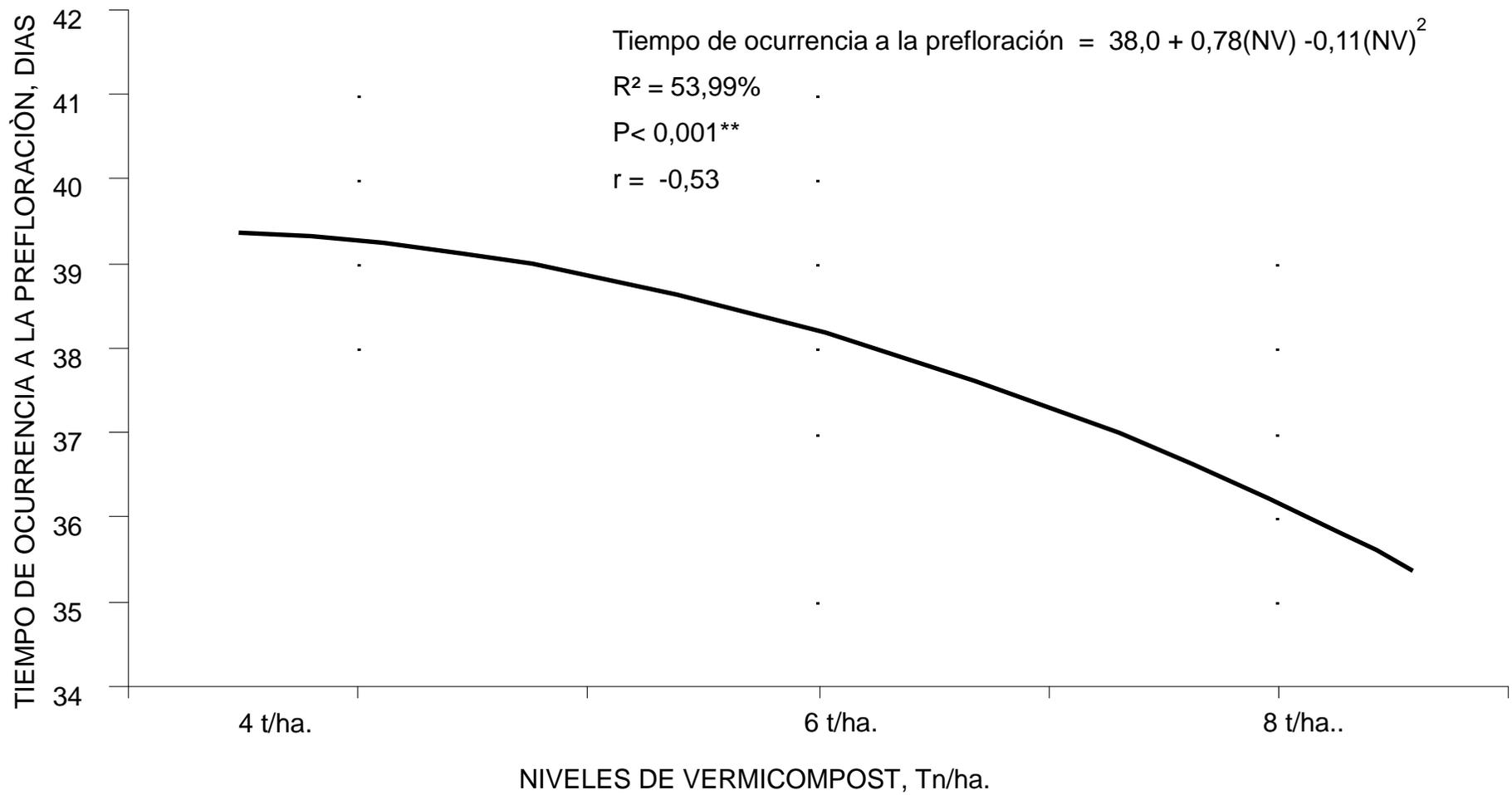


Grafico 2. Regresión del tiempo de ocurrencia a la prefloración de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4 t/ha; 6t/ha. y 8t/ha.), de vermicompost.

## **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

El tiempo de ocurrencia a la prefloración de la alfalfa, *Medicago sativa*, fertilizadas con vermicompost, bajo el efecto de la adición de diferentes niveles de giberelinas, no registraron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos, sin embargo de carácter numérico los resultados más altos fueron alcanzados en las parcelas a las que se aplicó a más del vermicompost, 750 cc/ha, de giberelinas (G3), ya que las medias fueron de 38,89 días y que desciende a 38,22 días al utilizar 250 cc, de giberelinas (G1); mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en las parcelas a las que se agregó 500 cc/ha, de giberelinas, (G2), ya que las medias fueron de 38 días; considerándose este nivel el más eficiente pero solo de carácter numérico ya que las plantas de alfalfa alcanzan el 10% de floración en una forma más temprana, ya que según Terranova, E.(2001), las giberelinas son productos químicos que se encuentran en forma natural en muchas plantas y en pequeñas cantidades, todas las giberelinas son derivados del esqueleto entgibereliano.

Gran parte del desarrollo de las plantas está medido por estímulos generados en el interior de sus órganos o como resultado de la organización que han alcanzado. la proximidad de células permite la transferencia de metabolitos y otros compuestos, que gobiernan el metabolito celular según su posición en el organismo, las giberelinas actúan directamente sobre estos componentes acelerando su desarrollo y por ende el apareamiento de la floración.

## **2. Porcentaje de cobertura basal**

### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

El efecto registrado por la aplicación de diferentes dosis de vermicompost a la parcela experimental de alfalfa no reportaron diferencias estadísticas ( $P \geq 0,05$ ), entre medias de los tratamientos para la variable porcentaje de cobertura basal; sin embargo como se ilustra en el gráfico 3, de carácter numérico se registra las

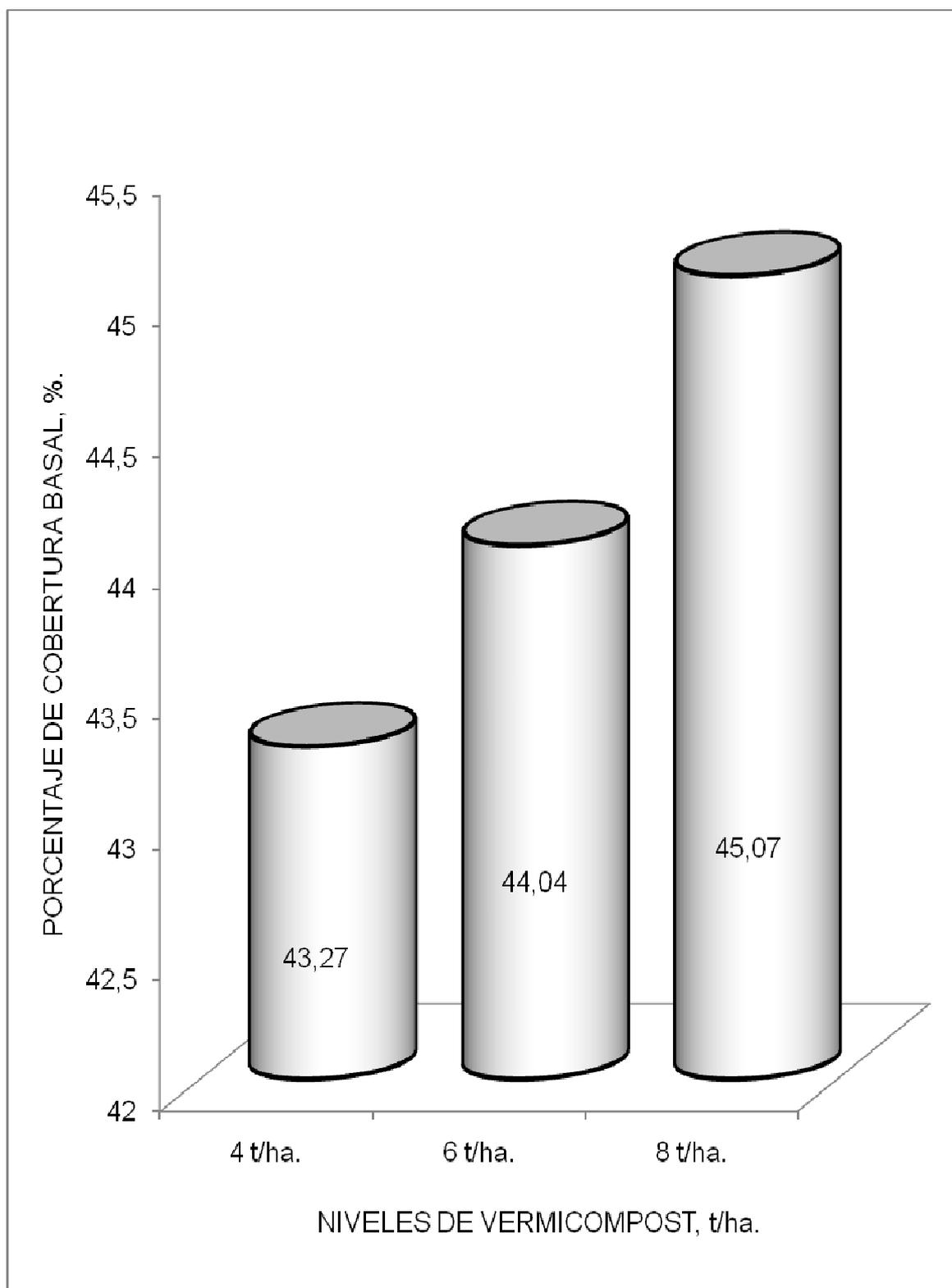


Gráfico 3. Porcentaje de cobertura basal de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

respuestas más altas en las parcelas del tratamiento T3 (8 t/ha.), con medias de 45,07%; y que desciende a 44,04% en las pantas de alfalfa del tratamiento T2 (6 t/ha.), mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados en las parcelas del tratamiento T1 (4 t/ha.); ya que las medias fueron de 43,27%, como se ilustra en el grafico 4; sin embargo y pese a que las diferencias no fueron significativas se podría manifestar que el vermicompost tiene su actuación sobre el porcentaje de cobertura basal de las parcelas de alfalfa lo que puede deberse según que al parecer el ácido giberélico se degrada con lentitud, pero durante el crecimiento activo la mayoría de las giberelinas se metabolizan con rapidez mediante hidroxilación a productos inactivos, que pueden almacenarse o translocarse antes de ser liberados en el momento y sitio adecuado. Las giberelinas actúan sobre el RNA desreprimiendo genes que en algunos casos se han identificado. A diferencia de las auxinas, la acción estimulante del crecimiento se manifiesta en un rango muy amplio de concentraciones, lo cual parece indicar que el número de receptores es muy grande o bien hay una continua síntesis de ellas, y que ayudan a incrementar el porcentaje de cobertura basal de la alfalfa que es muy importante ya que nos permite mostrar la densidad de la planta, la dominancia de las especies y la calidad del sitio. Todo esto llevará a determinar la distribución del número plantas por clase diamétrica. Los valores antes reportados son similares al ser comparados con el estudio de Tenorio, C. (2008), quien registra que la cobertura basal en la alfalfa con el tratamiento control alcanzó 43%, y con la utilización de 4Kg de *Rhizobium meliloti*, registró 41,66%.

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

La cobertura basal de la alfalfa que se ilustra en el gráfico 4, no presentó diferencias estadísticas, por efecto del nivel de giberelinas aplicado, a pesar de ello se puede manifestar que en el primer corte con el tratamiento G3 (750cc/ha), numéricamente se obtuvo la mejor cobertura basal ya que las medias fueron de 44,96% en relación a los reportes de las parcelas del tratamiento G2 (500 cc/ha.), que reporto la cobertura más baja ya que las medias fueron de 43,27%: mientras

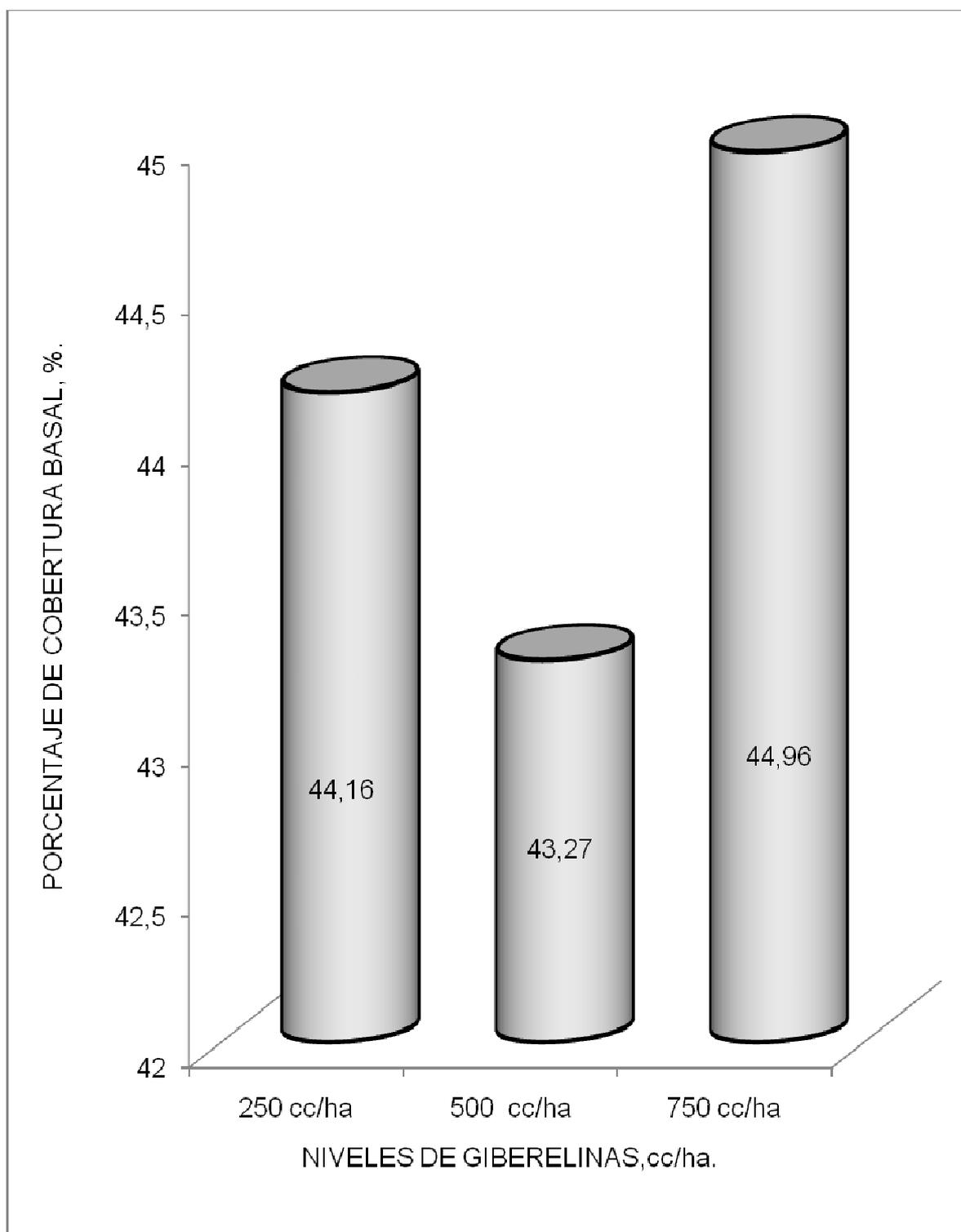


Gráfico 4. Porcentaje de cobertura basal de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de la fertilización con vermicompost más la adición de diferentes dosis (250; 500 y 750 cc/ha t/ha.) de giberelinas.

tanto que en las parcelas del tratamiento G1 ( 250 cc/Ha); se evidencia, una cobertura basal media de 43,27%, infiriéndose por lo tanto que al no existir diferencias estadísticas el efecto de las giberelinas únicamente es de carácter numérico demostrando los valores más altos al incorporar mayores niveles de hormona vegetal es decir 750 cc/ha.

Que según <http://wwwes.scribd.com>.(2013), el desarrollo normal de un planta depende de la interacción de factores externos como son la luz, nutriente, agua temperatura entre otros e internos como son las hormonas en este caso las giberelinas Una interacción de factores abarcativa del termino hormona es considerar bajo este nombre a cualquier producto químico de naturaleza orgánica que sirve de mensajero químico, ya que producido en una parte de la planta tiene como "blanco" otra parte de ella, y que cumplen funciones de control químico en los organismos multicelulares.

### **3. Cobertura aérea**

#### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

Con relación a la cobertura aérea de la alfalfa, que se registra en el gráfico 5, las medias determinadas no presentaron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ), por efecto de la aplicación de diferentes niveles de vermicompost, con respecto a las respuestas determinadas únicamente se observa cierta superioridad numérica hacia los resultados de las parcelas del tratamiento con 4 t/ha, de vermicompost (T1), ya que las medias fueron de 81,44% y que desciende a 79,89% al aplicar 8 t/ha, de fertilizante orgánico, mientras tanto que los resultados más bajos fueron los registrados en las plantas de alfalfa del tratamiento a los que se aplicó 6 t/ha, de vermicompost, (T2 ), cuyas medias fueron de 79,38%. Con los reportes enunciados se infiere que el nivel adecuado de vermicompost es 4 t/ha, pero con niveles superiores estos porcentajes tiendes a reducirse, lo que demuestra que el vermicompost incrementa el contenido de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, ya que

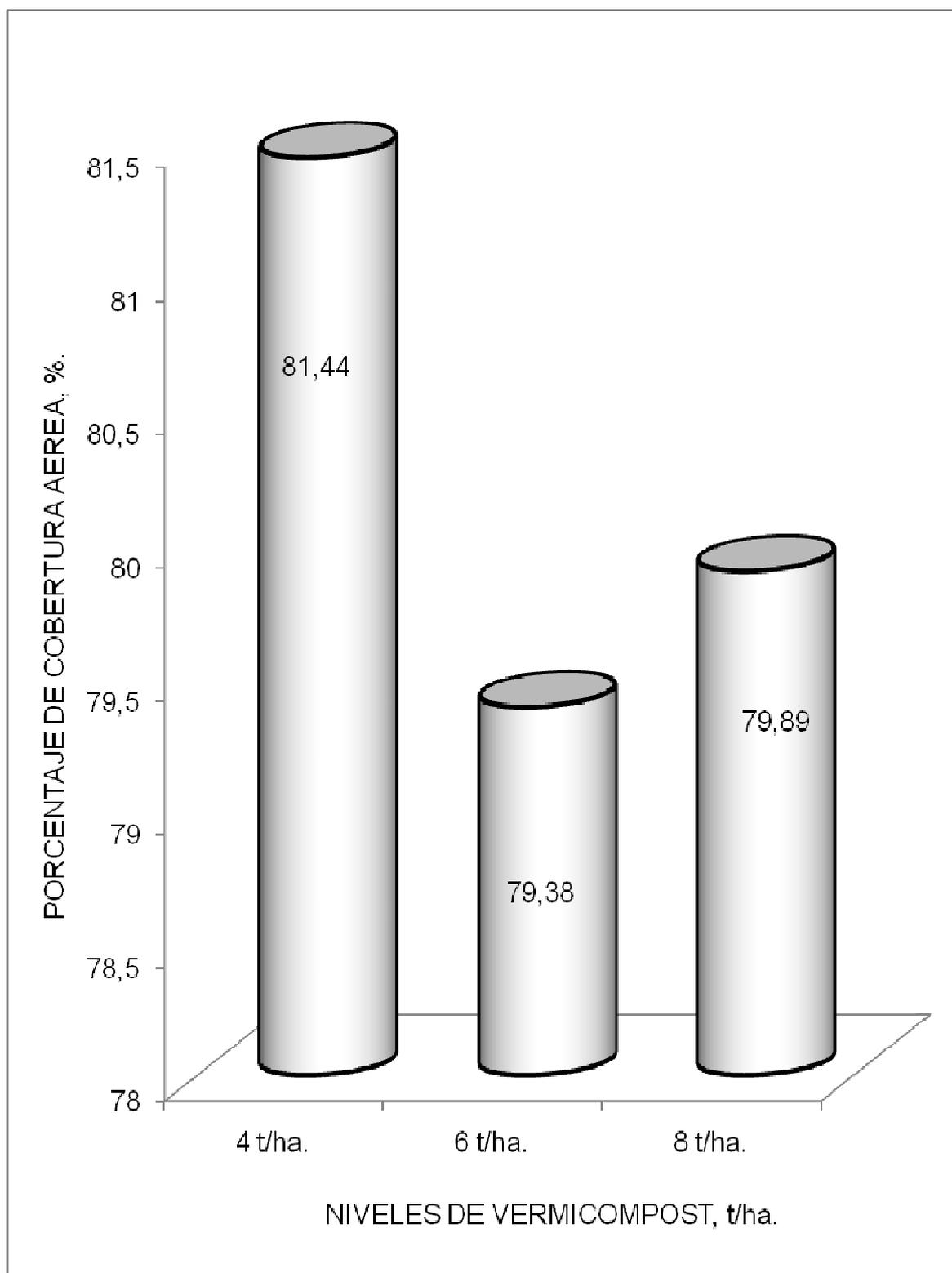


Gráfico 5. Porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

cuando se aplica una sobre dosis, se puede causar la quemadura en el follaje y detener su crecimiento y desarrollo, pese a esto es necesario acotar que el vermicompost es una fuente orgánica de fitoreguladores que permiten promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas.

Las respuestas alcanzadas en la presente investigación son inferiores al ser cotejados con las coberturas en la alfalfa expuestas por Tenorio, C. (2008), quien infiere una mayor cobertura aérea al utilizar 4 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más vermicompost ya que las medias fueron de 81,33%, valor que supera a los registrados por Aragadvay, G. (2010), el mismo que alcanzó 22,75%, al utilizar el tratamiento control se obtuvo siendo aún más bajo, lo que permite manifestar que en un cultivo establecido la cobertura aérea es superior, inclusive al utilizar este tipo de tratamientos.

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

La variable cobertura aérea de la planta de *Medicago sativa* (alfalfa), en el análisis de varianza no registró diferencias estadísticas ( $P \leq 0,05$ ), entre medias, por efecto del nivel de giberelina, sin embargo de carácter numérico se registra superioridad en los resultados de las parcelas del tratamiento G1 (250 cc/ha); ya que las medias fueron de 80,98%; y que desciende a 80,09% en las plantas de alfalfa del tratamiento G2 (500 cc/ha), como se ilustra en el gráfico 6; mientras tanto que, los resultados bajos fueron reportados en las parcelas del tratamiento G3 (250 cc/ha), con medias de 79,64%.

Resultados que permiten estimar que a medida que se incrementa el nivel de vermicompost en la parcela de alfalfa la cobertura aérea también aumenta, lo que posiblemente pueda deberse a que la aplicación de fitohormonas reguladoras del crecimiento como las giberelinas se ha constituido en un tratamiento eficaz con el fin de incrementar los porcentajes de germinación de semillas, acelerar el desarrollo de planta y mejorar sus condiciones en general, ya que las giberelinas están involucradas en muchos procesos metabólicos durante distintas etapas del

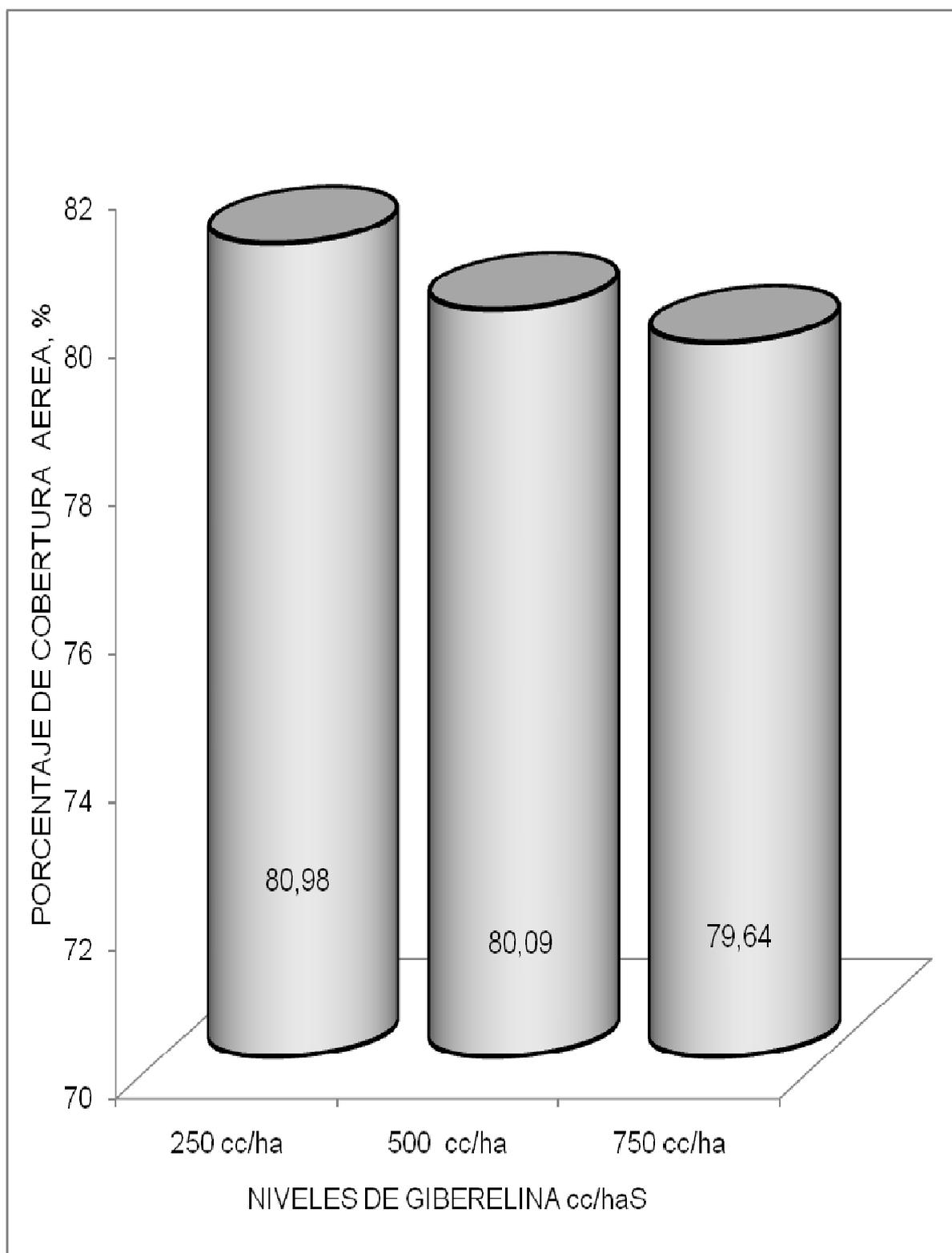


Gráfico 6. Porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250; 500 y 750 cc/ha.) de giberelinas.

desarrollo vegetal, tales como la germinación de semillas, el crecimiento del tallo, la inducción floral, el desarrollo de polen entre otros. Es necesario recordar que la variable porcentaje de cobertura aérea, es muy importante al evaluar la producción forrajera de la alfalfa ya que es la parte más importante puesto que fotosintetiza los componentes necesarios para el desarrollo radicular y vegetativo, constituyendo, al mismo tiempo, la parte aprovechable de la misma.

#### **4. Altura de la planta**

##### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

La variable altura de la alfalfa (*Medicago sativa*), que se ilustra en el gráfico 7, bajo el efecto de los diferentes niveles de vermicompost no determinó diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ), entre tratamientos, sin embargo de carácter numérico, se reporta como la mayor altura para las plantas de la parcela que se aplicó el tratamiento T1 (4 t/ha.), con 107,24 cm, seguido de los resultados registrados por el tratamiento T3 (8 t/ha.), con 106,58 cm, para finalmente ubicarse el tratamiento T2 (6 t/ha.), con 104,11 cm, es decir que la mejor opción de fertilización para alcanzar mayores alturas en la planta de la alfalfa sin diferir estadísticamente del resto de tratamientos, está constituida por niveles más bajos de vermicompost.

Según <http://www.emison.com/5105.htm>.(2013), el vermicompost al ser un residuo orgánico, con el adecuado laboreo y compostaje, que es puesto como sustrato y hábitat para la lombriz californiana es transformado por ésta en una extraordinaria enmienda fertilizadora, ya que está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos, que favorecen el desarrollo de la planta. El vermicompost es un abono rico en fitohormonas, sustancias producidas por el metabolismo de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta, por lo tanto la aplicación de dosis altas de giberelinas mejor producen un efecto contraproducente para la planta.

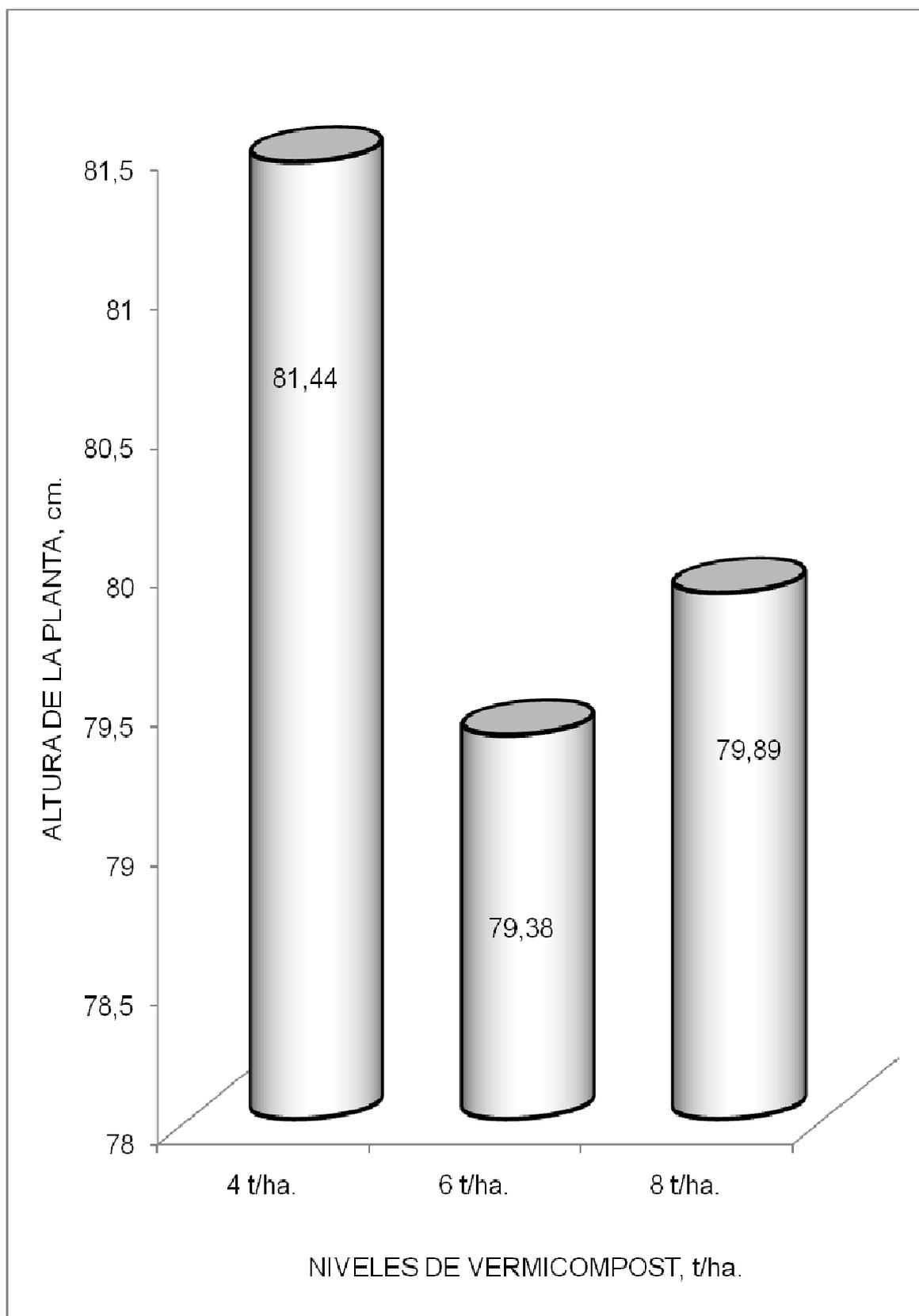


Gráfico 7. Altura de la planta de alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.), de vermicompost.

Sin embargo los resultados reportados se puede afirmar que son superiores a los encontrados por Bayas, A. (2003), quien reporta que con la utilización de bokashi, te de estiércol y biosol como biofertilizantes en la producción de alfalfa obtuvo alturas de las planta en prefloración de 40.60, 43.14, 34.71 cm, en su orden, de igual manera con el estudio de López, A. (2011), quien al evaluar el efecto de diferentes niveles de vinaza aplicados basalmente, determinó que la alfalfa a los 45 días después del corte de igualación, fluctuó entre 60,43 y 69,02 cm, Aragadvay, R. (2010), quien al aplicar diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloti* con la adición de estiércol de cuy, determinó alturas de planta entre 85.63 y 93.00 cm, Heredia, A. (2011), registra la altura de la planta de alfalfa más alta al aplicar el tratamiento M3AB3 (4.5 kg/ha de Micorrizas y 20 t/ha de Abono Orgánico Bovino) con 67.59 cm.

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

El análisis de varianza de la altura de la planta de alfalfa, reporto diferencias estadísticas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos, por efecto de la adición, de diferentes dosis de giberelinas a la fertilización orgánica, por lo que en la separación de medias según Tukey se evidencia los resultados más altos con la aplicación del tratamiento G1 (250 cc/ha), ya que las medias fueron de 108,63 cm; y que descendieron a 106,04 cm; al aplicar el tratamiento G3 (750 cc/ha), mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados al trabajar con el tratamiento G2 (500 cc/ha), con medias de 103,26 cm; es decir que las giberelinas en dosis bajas mejoran la altura de la planta de alfalfa ya que como las auxinas, están relacionadas con el crecimiento; estimulan tanto la división celular como el desarrollo de las células en los vegetales. Los resultados más notables se observan cuando se aplica las giberelinas a ciertas plantas que, debido a una sola mutación, han perdido su capacidad para sintetizarlas, sin embargo la alfalfa *Medicago sativa*, no es este caso por; lo que, su accionar se reflejó en forma más pausada sobre la altura de la planta.

Mediante el análisis de regresión múltiple para la estimación de la variable altura del *Medicago sativa*,(alfalfa), en el primer corte, que se ilustra en el gráfico 8, se

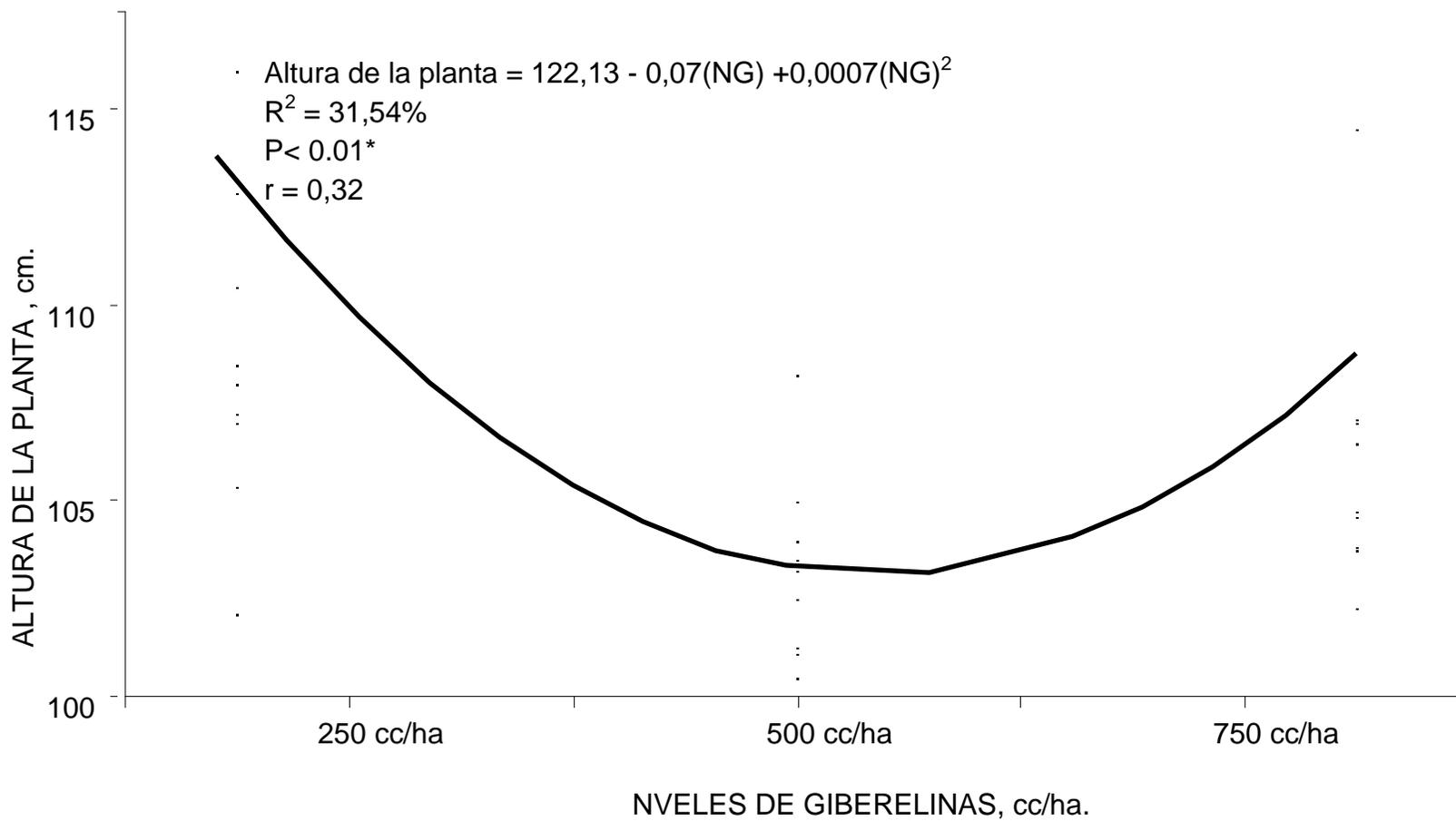


Gráfico 8. Regresión de la altura de la planta de alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250; 500 y 750 cc/ha), de giberelinas.

determinó un modelo de regresión que alcanzó un coeficiente de determinación del 31,54%, es así que el modelo de altura de la planta =  $122,13 - 0,07 + 0,0007x^2$ ; involucra un término cuadrático estadísticamente significativo, por efecto de la influencia de las dosis de giberelinas adicionadas a la fertilización orgánica, lo que permite inferir que a medida que se incrementan los niveles de este abono inicialmente la altura de la planta del *Medicago sativa* decrece, mientras que con la inclusión de los niveles progresivos de vermicompost en el cultivo provocan incrementos cuadráticos en la altura de la planta, determinándose un coeficiente correlacional positivo medio de  $r = 0,32$ .

## **5. Producción de forraje verde**

### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

Las medias de producción de forraje verde determinadas por efecto de la aplicación de diferentes niveles de vermicompost, no registraron diferencias estadísticas, ( $P > 0.05$ ), aunque numéricamente las producciones variaron entre 16,38 y 16,87 t/ha/corte, correspondiendo a las respuestas más bajas y altas de la experimentación, y que fueron reportadas en las parcelas del tratamiento T2 (6 t/ha, de vermicompost), y en las que se aplicaron 8 t/ha, de vermicompost), en su orden como se ilustra en el gráfico 9, lo que denota que el vermicompost mejora únicamente las características agrobotánicas de la alfalfa, pero no influye en la cantidad de forraje obtenido.

Por cuanto las respuestas obtenidas en la presente investigación concuerdan con el comportamiento señalado por Rost, L. (2009), quien señala que el vermicompost incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre, incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno, y estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón, que ayudan a la bioregeneración de suelos degradados y/o contaminados, ya que mejoran la estructura del producto final al provocar rotura de los materiales orgánicos y favorecer a la formación de agregados estables.

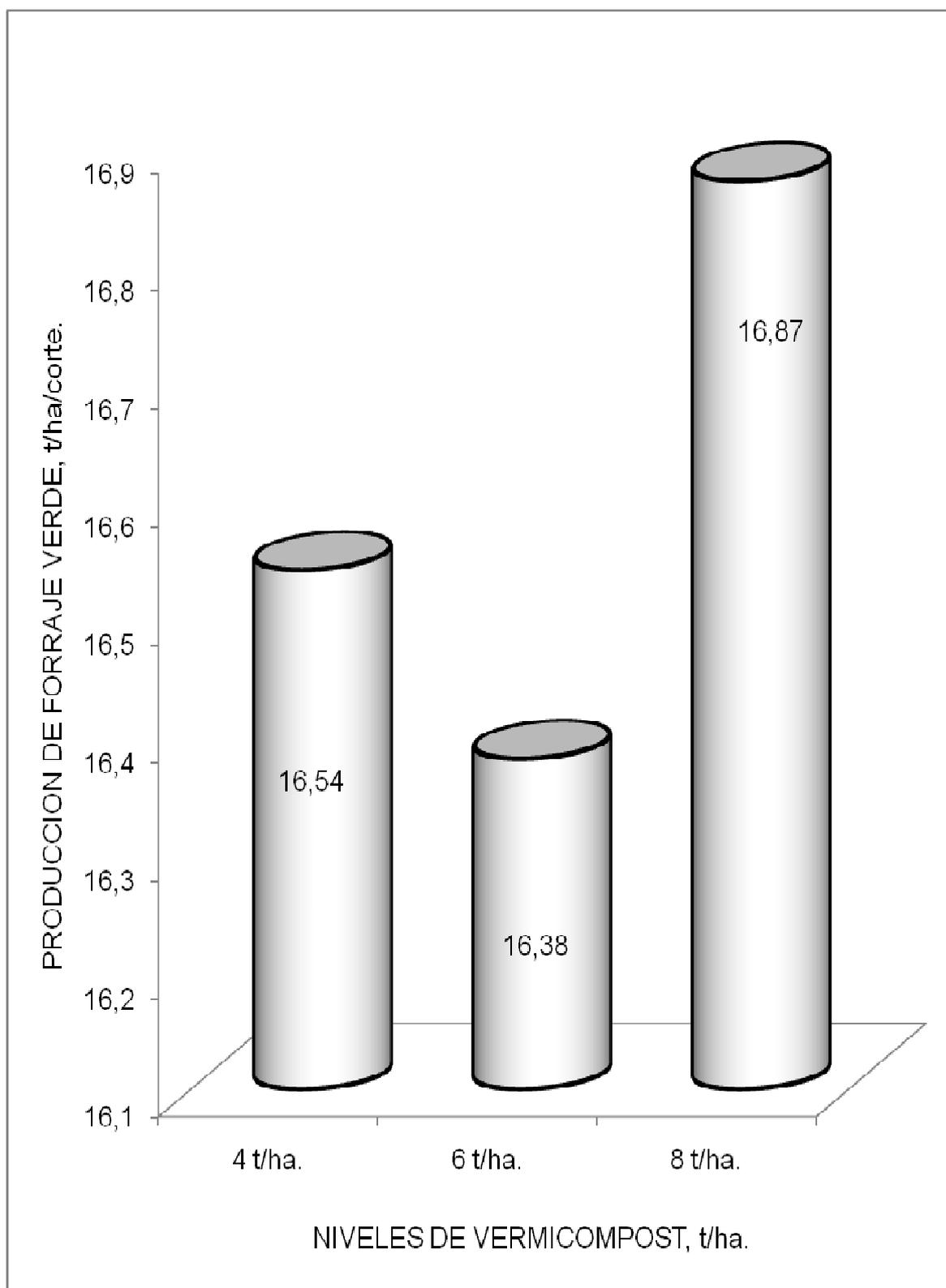


Gráfico 9. Producción de forraje verde de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

Los resultados registrados para la producción de forraje verde de la alfalfa fertilizada con vermicompost a diferentes niveles, son superiores con lo señalado por Aragadvay, R. (2010) y Chacón, D. (2011), quienes señalan haber obtenido producciones de forraje verde de 8.40 a 11.01 %; y de 7.79 a 8.42 t/ha/corte, respectivamente, cuando evaluaron diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloticon* la adición de estiércol de cuy; y, varios niveles fertilización foliar con biol; valores que determinan que la aplicación de fertilizantes, cual fuese su origen, favorecen la nutrición de las plantas, a través del suministró de los elementos que precisen para completar su nutrición, así como también son superiores a las de López, A. (2011), cuyas respuestas variaron entre 8.86 y 9.32 t/ha/corte, observadas en las parcelas del grupo control y en las que se aplicaron 5000 lt/ha, de vinaza.

#### **b. Por efecto de los niveles de giberelinas**

La valoración de la producción de forraje verde por efecto de la adición a la fertilización orgánica de diferentes niveles de giberelinas, no se vio afectada estadísticamente, sin embargo de carácter numérico se puede apreciar superioridad hacia las respuestas registradas en las parcelas del tratamiento G1 es decir 500 cc/ha, de giberelinas ya que las medias fueron de 16,84 t/ha/FV/corte; y que desciende a 16,64 t/ha/FV/corte; en las parcelas del tratamiento G2 (500 cc/ha.); mientras tanto que las respuestas menos eficientes fueron las alcanzadas por las plantas del tratamiento G3 (750 cc/ha,) de giberelinas con medias de 16,31 t/ha/FV/corte, como se reporta en el cuadro 7.

Con los reportes antes mencionados se infiere que el efecto de las giberelinas sobre la producción de forraje verde no fue evidente ya que las respuestas más altas pero sin embargo solo de carácter numérico se reflejaron en las plantas con los niveles más bajos de esta fitohormona; lo que puede deberse posiblemente a que el vermicompost regula el incremento y la actividad de los microorganismos nitrificadores del suelo, aletargando el efecto de las fitohormonas que se adicionan, ya que como se dijo en líneas anteriores este tipo de abono orgánico contiene en su composición fitohormonas como son las giberelinas y al colocarlas

Cuadro 7. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA *Medicago sativa*, BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS (250; 500; y 750 cc/ha.), DE GIBERELINAS EN EL PRIMER CORTE.

VARIABLE	NIVELES DE GIBERELINAS, cc/ha.			EE	Prob.
	250 cc/ha.	500 cc/ha.	750 cc/ha.		
	G1	G2	G3		
Tiempo de ocurrencia a la prefloración, días.	38,22 a	38,00 a	38,89 a	0,42	0,32
Cobertura basal, %.	44,16 a	43,27 a	44,96 a	0,73	0,29
Cobertura aérea, %.	80,98 a	80,09 a	79,64 a	1,76	0,86
Altura de la planta, cm.	108,63 b	103,26 a	106,04 ab	1,17	0,02
Producción en forraje verde, t/ha/corte.	16,84 a	16,64 a	16,31 a	0,29	0,46
Producción en materia seca, t/ha/año.	33,51 b	32,88 ab	31 a	0,58	0,02
Numero de Tallos por planta, N°.	51,67 a	49,00 a	46,33 a	2,58	0,37
Numero de hojas por tallo, N°.	115,32 b	112,06 b	102,39 a	2,38	0,004

Fuente: Correa, S. (2013).

EE: Error estándar.

Prob. Probabilidad.

en bajas dosis se está evitando así la toxicidad en las plantas. Por lo tanto en el cultivo de la alfalfa de la presente investigación se ve claramente que tiene mayor influencia el nivel de vermicompost que las fitohormonas agregadas a la alfalfa, ya que según Aranda, D. (2005), el vermicompost se ha demostrado ser más rico en muchos nutrientes que otros abonos producidos por otros compostajes, es rico en vida microbiana que convierte los nutrientes ya presentes en el suelo en forma disponible para las plantas.

## **6. Producción de materia seca**

### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

La producción de materia seca, de la alfalfa (*Medicago sativa*), que se ilustra en el gráfico 10, no registra diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), entre los tratamientos, por efecto de los diferentes niveles de vermicompost, sin embargo de carácter numérico se observa las respuestas más bajas al utilizar los tratamientos T2 (6 t/ha,) y T3 (8 t/ha.), con medias de 31,95 y 31,92t/haMS/año, en relación con el tratamiento T1 (4 t/ha.); que registró superioridad ya que las medias fueron de 33,52t/haMS/año, es decir que niveles bajos de abono orgánico elevan la producción de materia seca de la alfalfa esto se debe a lo recalcado en [http://wwwbpa.peruv.abonoorganico.com.\(2013\)](http://wwwbpa.peruv.abonoorganico.com.(2013)), que el uso de los abonos orgánicos mejora el contenido de materia seca, así también determina [http://www.infoagro.com.\(2013\)](http://www.infoagro.com.(2013)), señala el uso de abonos orgánicos sirve para mantener y aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y obtener mayores rendimientos productivos de los forrajes.

El vermicompostaje involucra la biooxidación y estabilización del material orgánico por la acción de lombrices que oxigenan, acondicionan y fragmentan el sustrato y por microorganismos que degradan bioquímicamente la materia orgánica, por lo que el incremento del crecimiento vegetativo puede haber estado influenciado también, por el aumento de las poblaciones de fitohormonas cuya acción es estimular y acelerar el crecimiento

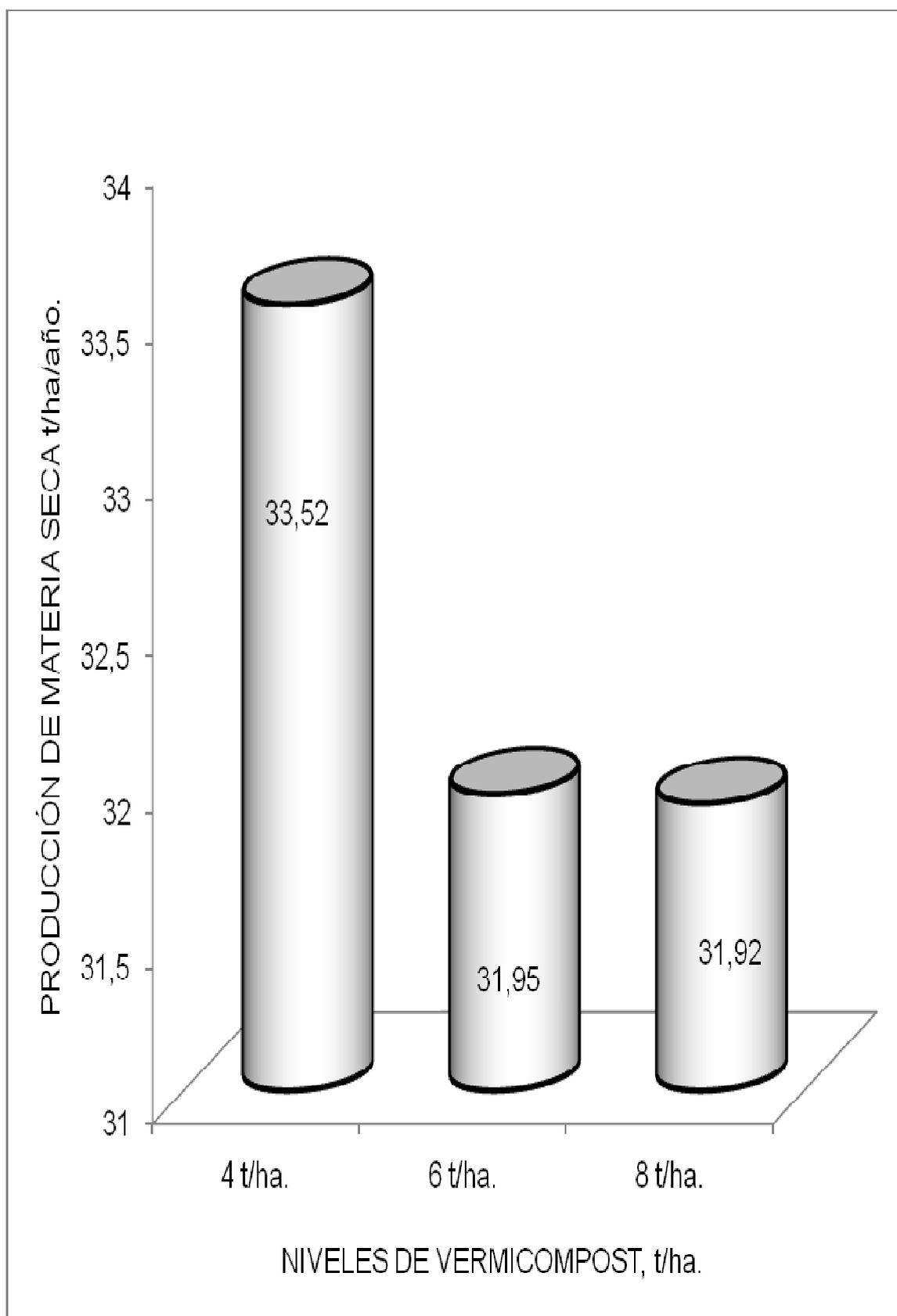


Gráfico 10. Producción de forraje en materia seca de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

de las especies vegetales, siempre que sea adecuada la concentración en la planta del crecimiento de la raíz principal, la altura de la planta, el área foliar e incrementos en la masa seca.

Resultados que son superiores a los determinados por Aragadvay, G. (2010), al biofertilizar la parcela con *Rhizobium meliloti* 250 g/ha, más 20 t/ha obtiene producciones de 1.70 t/ha/corte, Chávez, E. (2010), al producir con 400 L/ha, de enraizador más 5 t/ha, de humus investiga 1.89 t/ha/corte, Garces, E. (2011), al aplicar el 5 t/ha, de abono orgánico sólido potencializado con triconderma en la producción forrajera de *Medicago sativa* reporto una media de producción en materia seca de 2.55 t/ha/corte, considerando que la alfalfa puede llegar a tener hasta 11 cortes al año en promedio.

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

La producción de materia seca en el primer corte de la alfalfa *Medicago sativa* registró ( $P \leq 0,01$ ), diferencias estadísticas altamente significativas por efecto del nivel de giberelinas adicionadas a la fertilización orgánica, por lo que la separación de medias según Tukey, establece las respuestas más altas en la aplicación de 250 cc/ha (G1), con medias de 33,51 Tn/MS/Ha/año; seguida de las producciones de las plantas a las que se potenció la fertilización con 500 cc/ha, de giberelinas (G2), ya que las medias fueron de 32,88 Tn/MS/Ha/año, en tanto que los resultados más bajos fueron establecidos en las plantas de alfalfa del tratamiento con 750 cc/ha, de giberelinas (G3); cuyas las medias fueron de 31,00 Tn/MS/Ha/año, como se ilustra en el gráfico 11.

Lo que es corroborado por Arias, C. (2007), quien señala que las lombrices para formar el vermicompostaje actúan como organismos detritívoros saprófagos o detritófagos, que obtienen su alimentación de detritos o materia orgánica en descomposición, que tiene la finalidad de aumentar el contenido de nutrientes fácilmente asimilables por las plantas y es responsable directa indirectamente de la producción de sustancias que actúan como fitohormonas, los efectos de las

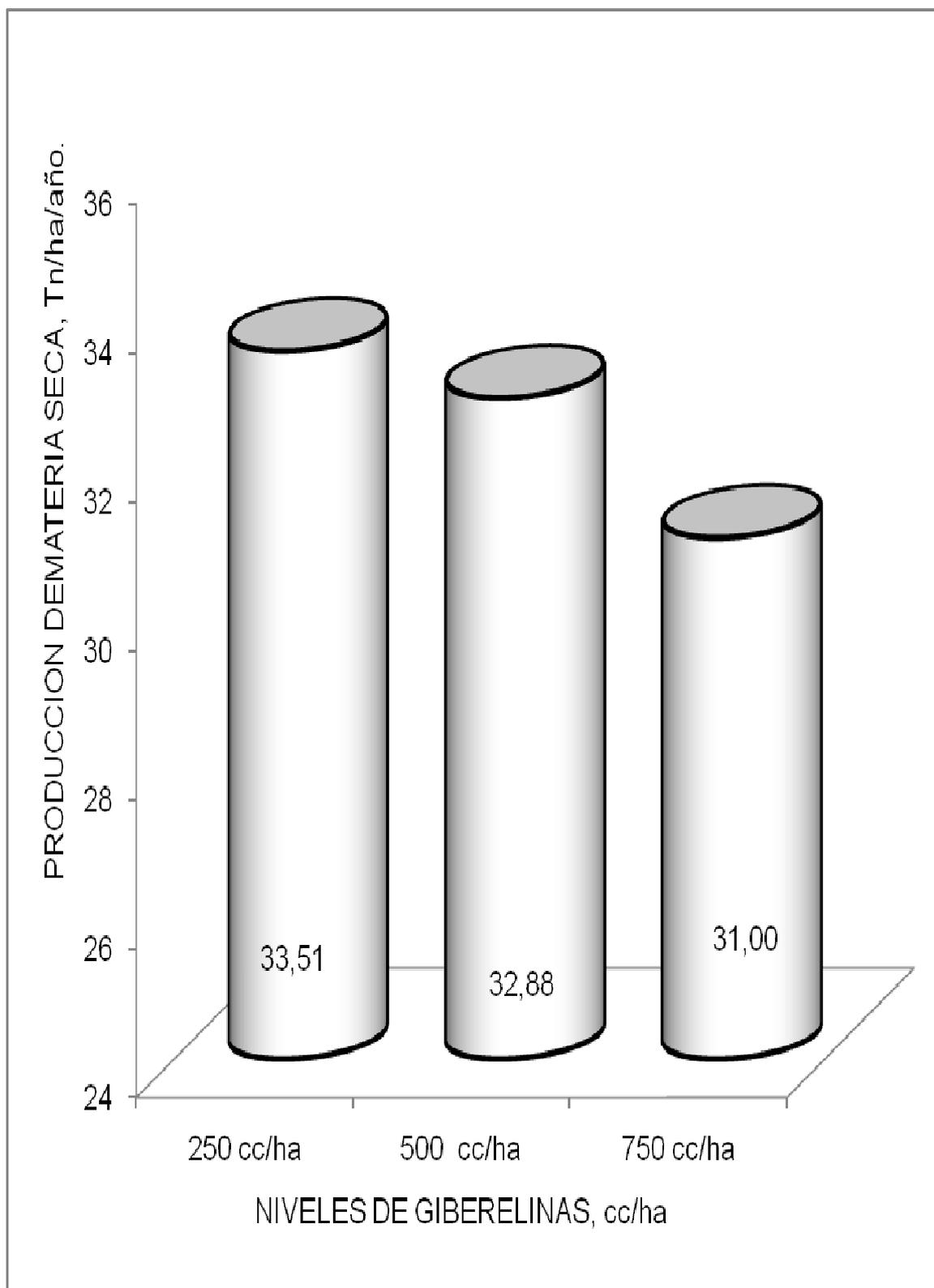


Gráfico 11. Producción de forraje en materia seca de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250, 500, y 750 cc/ha.) de giberelinas.

giberelinas sobre el crecimiento no se observan en las plantas altas, pero sí en las plantas de pequeño tamaño o con desarrollo en roseta, también se estimula la mitosis, por lo que se puede decir que las giberelinas favorecen los dos aspectos del crecimiento: aumento del número de células y aumento del tamaño de éstas, Son reguladoras de los procesos de correlación, es decir que, recibido el estímulo en un órgano, lo amplifican, traducen y generan una respuesta en otra parte de la planta, como puede ser el incremento de la biomasa.

Determinándose por lo tanto que para obtener una mayor producción en materia seca en la alfalfa es recomendable aplicar al vermicompost 250 cc/ha, de giberelinas debido a que esta fertilización es completa, ya que por una parte los abonos orgánicos aplicados al suelo tienen el potencial de promover el control biológico de enfermedades de plantas pueden introducir agentes de biocontrol al suelo y proporcionar alimento para su establecimiento y actividad, en tanto que las giberelinas Las giberelinas promueven la elongación (alargamiento) celular al incrementar la plasticidad de la pared y aumentar el contenido de glucosa y fructosa, provocando la disminución del potencial agua, lo que lleva al ingreso de agua en la célula y produce su expansión y además participan en el transporte de calcio. Se encuentran en cantidades particularmente abundantes en órganos jóvenes de las plantas, especialmente en los puntos de crecimiento del vegetal (zonas apicales) y en las hojas jóvenes en proceso de formación, todos estos efectos conllevan al incremento de la biomasa en la alfalfa.

En relación al análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 12, se analiza que se obtuvo una línea de tendencia cuadrática altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ), en la que nos permite identificar que la producción de materia seca inicialmente tiende a incrementarse en 0,005 centésimas con el empleo de bajos niveles de giberelinas, posteriormente se identifica una disminución de 0,00005 milésimas al aplicar niveles desde 500 hasta 750 cc/Ha de giberelinas, reportándose además un coeficiente de determinación del 38,57%; mientras tanto que el 61,43% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tiene que ver muchas veces con el estado nutricional inicial del suelo donde se producirá la alfalfa así como también de las

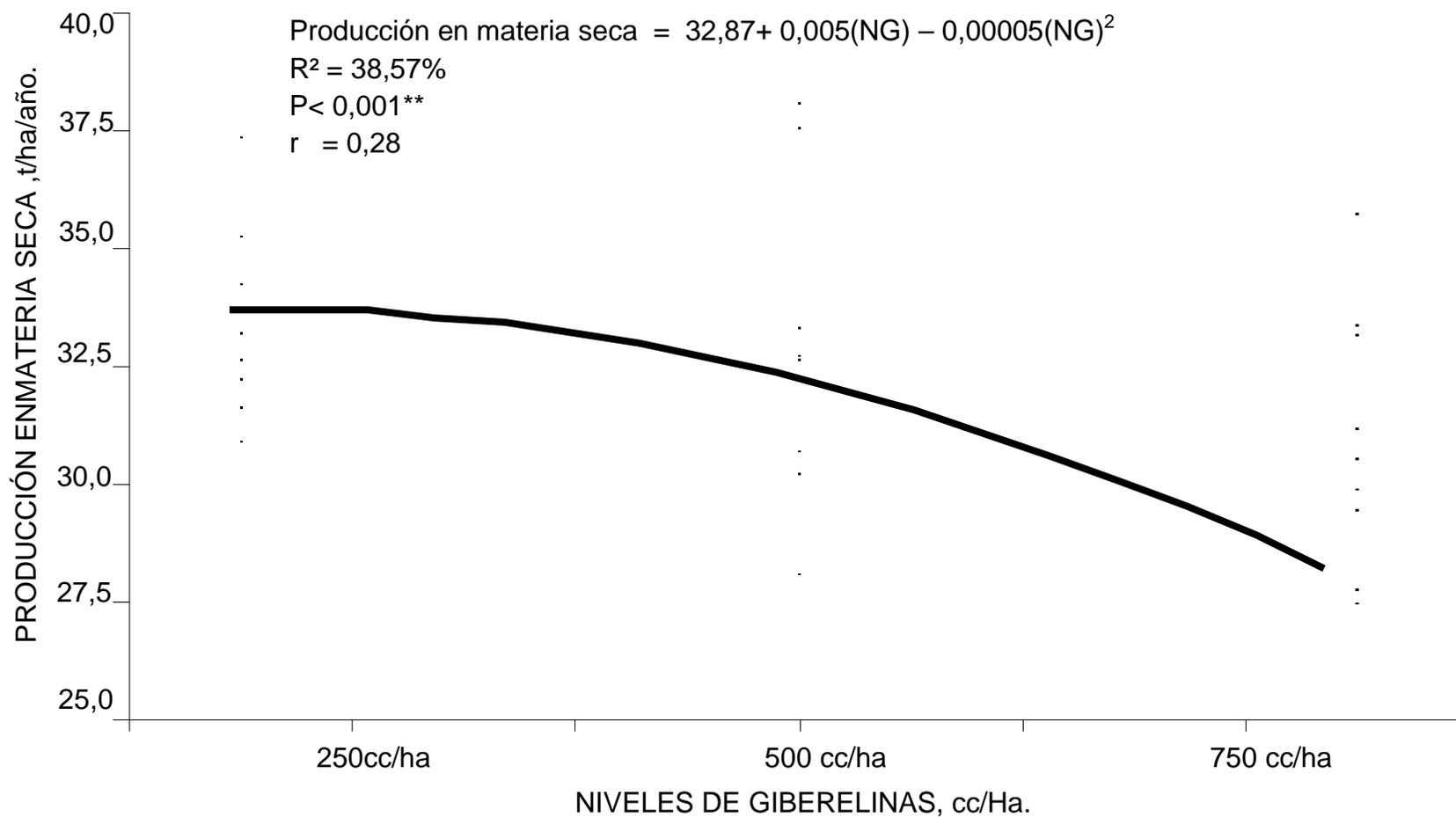


Gráfico 12. Regresión de la producción de forraje en materia seca de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250; 500, y 750 cc/ha.) de giberelinas.

condiciones climáticas reinantes en la época de producción iniciales del suelo, se puede observar que la ecuación de regresión fue:

$$\text{Producción en materia seca} = 32,87 + 0,005(\text{NG}) - 0,00005(\text{NG})^2$$

## 7. Numero de tallos por planta

### a. Por efecto del nivel de giberelinas

En la evaluación del número de tallos por planta encontrados en la alfalfa, *Medicago sativa*, que se ilustra en el gráfico 13, no fueron diferentes estadísticamente ( $P > 0.05$ ), por efecto del nivel de vermicompost, estableciéndose que las plantas de alfalfa evaluadas, presentaron 51,33 tallos/planta en el tratamiento T3 (8 t/ha), y 49,00 tallos por planta en el tratamiento T1 (4 t/ha), mientras tanto que los resultados numéricamente más bajos fueron reportados en las parcelas del tratamiento T2 (6 t/ha.), ya que las medias fueron de 46,67 tallos. Lo que es corroborado con lo que se indica en <http://www.agrobit.com>. (2010), donde se señala que bajo cualquier sistema de aprovechamiento hay una demanda continua de nutrientes durante todo el ciclo de producción, pero la intensidad de esa demanda cambia en función de las condiciones ambientales y el estado de desarrollo de la planta., el vermicompost es un abono orgánico que resulta de la presencia del humus más materia orgánica no utilizada por las lombrices, rico en fitohormonas sustancias producidas por el metabolismo de las bacterias, que estimula los procesos biológicos de la planta, incrementando por lo tanto el número de tallos

Los valores del número de tallos por planta encontrados, son inferiores a las respuestas señaladas por Aragadvy, R. (2010), quien al evaluar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloti* con la adición de estiércol de cuy determinó entre 29.58 y 32.21 tallos/planta. Al igual que López, A. (2011), al estudiar el efecto de diferentes niveles de vinaza aplicados basalmente encontró que el número de tallos/planta fluctuó entre 27.90 y 30.94

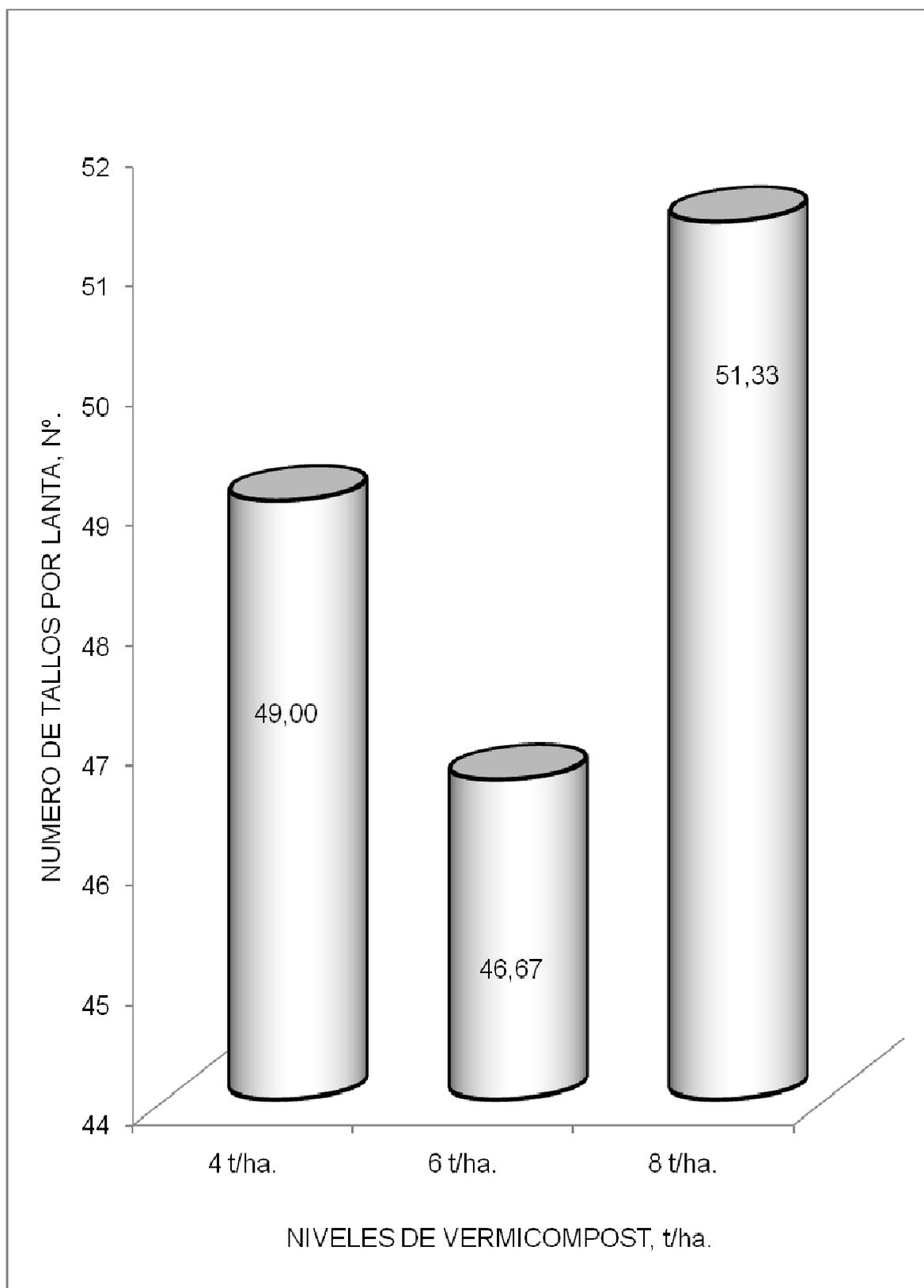


Gráfico 13. Número de tallos por planta de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

tallos/planta y Chacón, D. (2011), quien registró el mayor número de tallos en las plantas de las parcelas que recibieron 200 lt/ha, de abono foliar (biol), con una media de 22.83 tallos/planta diferencias que posiblemente se deban a que la época de evaluación presentó variaciones considerables del clima, lo que pudo afectar la disponibilidad de los nutrientes para que la planta alcance un mejor desarrollo en cuanto al número de tallos/planta, que es muy importante pues reflejan un incremento del número de hojas que para el caso de la alfalfa es muy importante ya que es lo que el animal más consume.

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

La variable número de tallos por planta de la alfalfa, *Medicago sativa*, en el primer corte que se ilustra en el gráfico 14, no presentó diferencias estadísticas, entre medias ( $P > 0,05$ ), por efecto del nivel de giberelinas adicionadas a la fertilización orgánica; de esta manera, al utilizar 250 cc/ha, de giberelinas, (G1), se reportaron 51,67 tallos/planta siendo estas respuestas numéricamente las más eficientes de la investigación, seguidas por los resultados registrados en las plantas a las que se aplicó 500 cc/ha, de giberelinas (G2), y que corresponde a 49,0 tallos/planta; mientras tanto que el número menor de tallos por planta fue registrado en las plantas del tratamiento con 750 cc/ha, de giberelinas (G3), con medias de 46,33 tallos/planta. De todos modos los resultados son positivos pues se pone de manifiesto que la fertilización orgánica potenciada con niveles más bajos de giberelinas resulta efectiva en este tipo de especie.

Lo que puede deberse según Sánchez, L. (2005), a que la aplicación de giberelinas incrementó el número de tallos y hojas mejorando la producción de forraje, ya que induce la deformación y aumento de pelos radicales, logrando con esto una mayor captación de nutrientes y promoviendo en consecuencia el crecimiento y rendimiento de los cultivos cuando es aplicado en bajos niveles ya que al parecer el ácido giberélico se degrada con lentitud, la mayoría de las giberelinas se metabolizan con rapidez mediante hidroxilación a productos inactivos, que pueden almacenarse o translocarse antes de ser liberados en el momento y sitio adecuado.

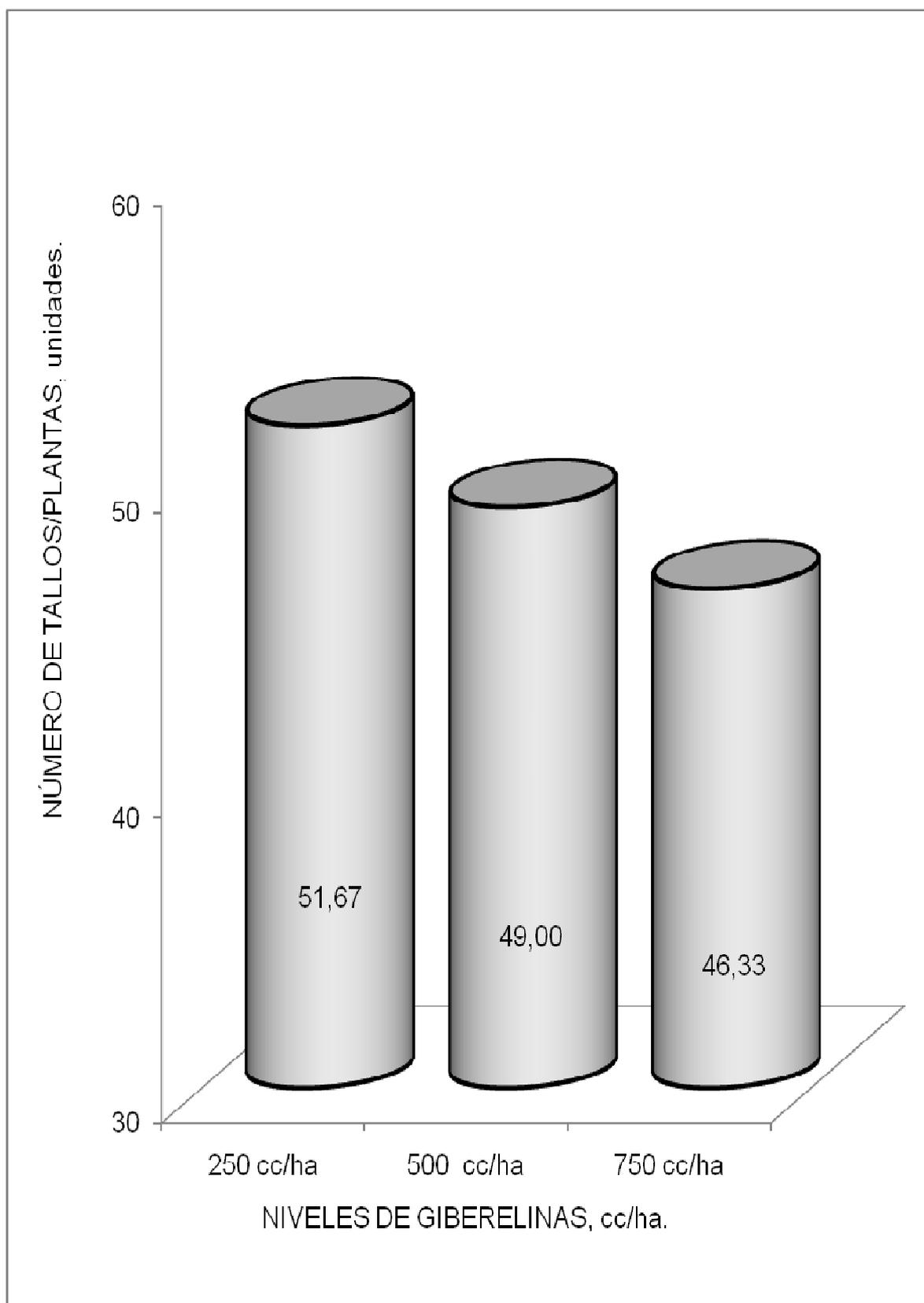


Gráfico 14. Número de tallos por planta de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250, 500, y 750 cc/ha.) de giberelinas.

## 8. Numero de hojas por tallo

### a. Por efecto del nivel de vermicompost

En la determinación del número de hojas por tallo de la alfalfa, *Medicago sativa*, en el primer corte, se registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.05$ ), entre medias, por efecto de la aplicación de diferentes niveles de vermicompost; siendo el mayor número de hojas por tallo para el tratamiento T3 (8 t/ha.), ya que las respuestas fueron de 117,43 hojas/tallo; seguida de los resultados de las parcelas del tratamiento T1 (4 t/ha.); con medias de 108,48 unidades, mientras tanto que las respuestas más bajas le correspondieron a las parcelas a las que se aplicó el tratamiento T2 (6 t/ha.), con medias de 103,86 hojas/tallo, como se ilustra en el gráfico 15.

Esto se debe quizá a lo mencionado en <http://www.infoagro.com>.(2007), quien manifiesta que los abonos orgánicos contribuyen en las características de las plantas, este tipo de abonos juega un papel fundamental, porque tendrán mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos y sus índices productivos por medio de la fertilización foliar es decir que el vermicompost aumentan la fertilidad de planta, teniendo como resultado una mayor asimilación de los nutrientes que necesitan para su crecimiento, desarrollo y producción. Los resultados antes mencionados son superiores a los registrados por Espin, R. (2011), quien al evaluar diferentes niveles de fertilización foliar agro hormonas en la producción primaria forrajera de *Medicago sativa* (alfalfa) en la estación experimental Tunshi , registro los valores más altos con la utilización de 750 cc, de agrohormonas (AGH750) ya que las medias fueron de 40.57 hojas/tallo.

Así como también de Rojas, C. (2011), quien registra con la aplicación de 1000 L/ha, de biol artesanal logra un número de hojas de 6.35 hojas/tallo, como también Tenorio, C. (2011), quien en la producción de forraje del *Medicago sativa* registra 52,96 hojas tallo al emplear 4 Kg/ha de *Rhizobium meliloti* más

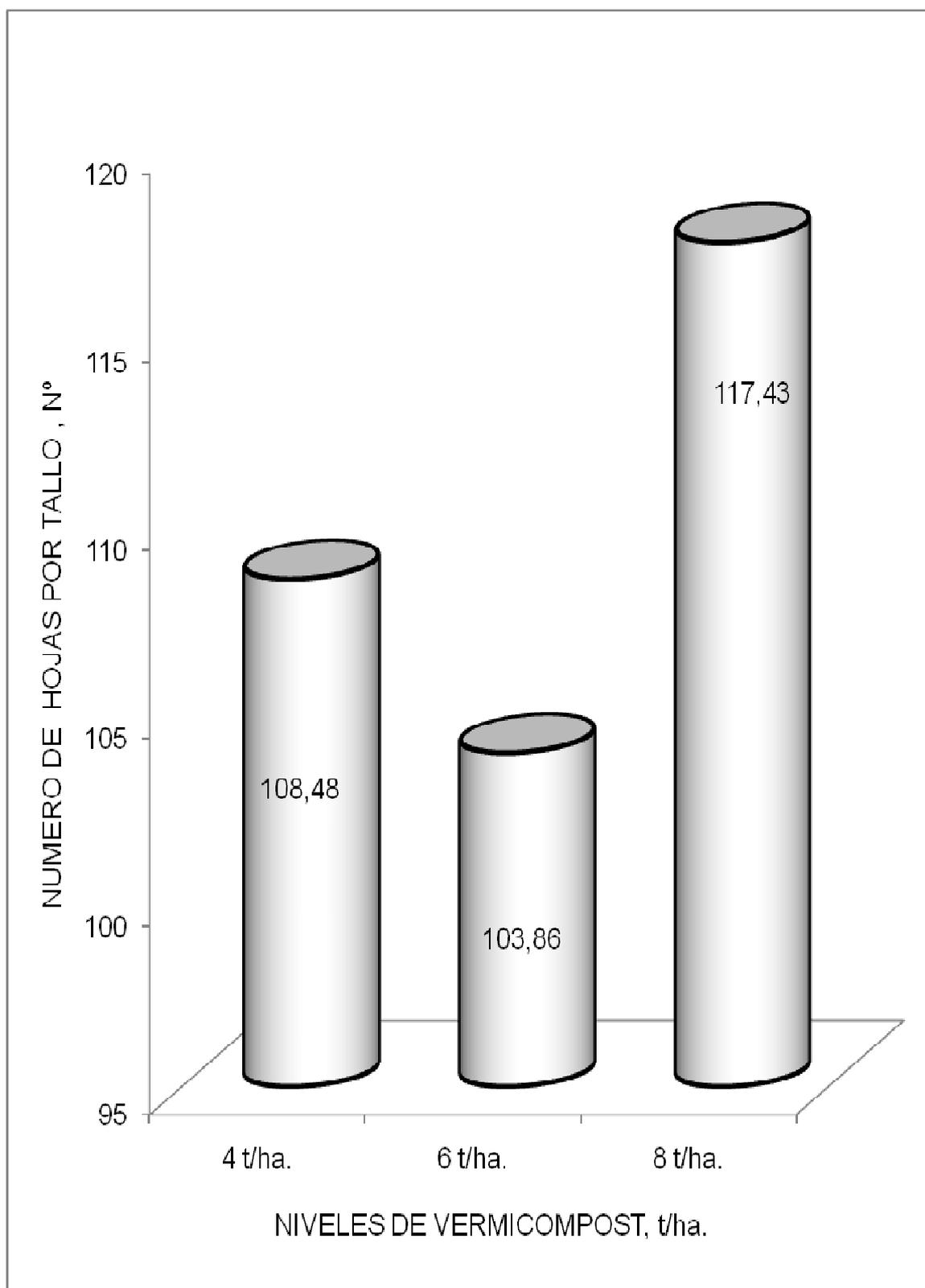


Gráfico 15. Número de hojas por tallo de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

vermicompost, estos valores resultan ser inferiores a los presentados en la investigación. Comportamiento que permite ratificar que las plantas forrajeras mostraron respuestas diferentes, no solo por efecto de los tipos de fertilización empleados, sino que están sujetos a las condiciones ambientales reinantes en las épocas de producción, pero que en todo caso se puede analizar que las plantas aprovecharán de mejor manera los abonos orgánicos, como es el caso del vermicompost.

En relación al análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 16, se identificó una línea de tendencia cuadrática altamente significativa ( $P \leq 0.01^{**}$ ), en la cual se puede observar una ecuación de regresión de  $y = 172,24 - 25,03 (NV) + 2,27(NV)^2$  que nos permite identificar que el número de hojas por tallo de la alfalfa inicialmente tiende a decrecer en 25,06 unidades con el empleo de 6 t/ha, de vermicompost para posteriormente registrar un incremento de 2,27 unidades al aplicar niveles de hasta 8t/ha, de vermicompost, con un coeficiente de determinación  $R^2 = 43,51\%$ ; en tanto que el 56,49% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver muchas veces con las condiciones climáticas reinantes en la época de producción de la alfalfa; además se identificó una relación negativa altamente significativa cuyo coeficiente correlacional fue de  $r = -0,53$ .

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

Las respuestas obtenidas del número de hojas por tallo en el primer corte de la alfalfa registraron diferencias estadísticas altamente significativas, ( $P < 0,05$ ), por efecto del nivel de giberelinas aplicados a la parcela experimental, por lo que la separación de medias según Tukey, reporta los resultados más altos al trabajar con 250 cc/ha, de giberelinas (G1), con medias de 115,32 hojas/tallo, y que desciende a 112,06 hojas/tallo; al utilizar 500 cc/ha, de giberelinas; mientras tanto que las respuestas más bajas fueron alcanzadas por las plantas a las que se aplicó 750 cc/ha, de giberelinas (G3), ya que las medias fueron de 102,39 hojas/tallo.

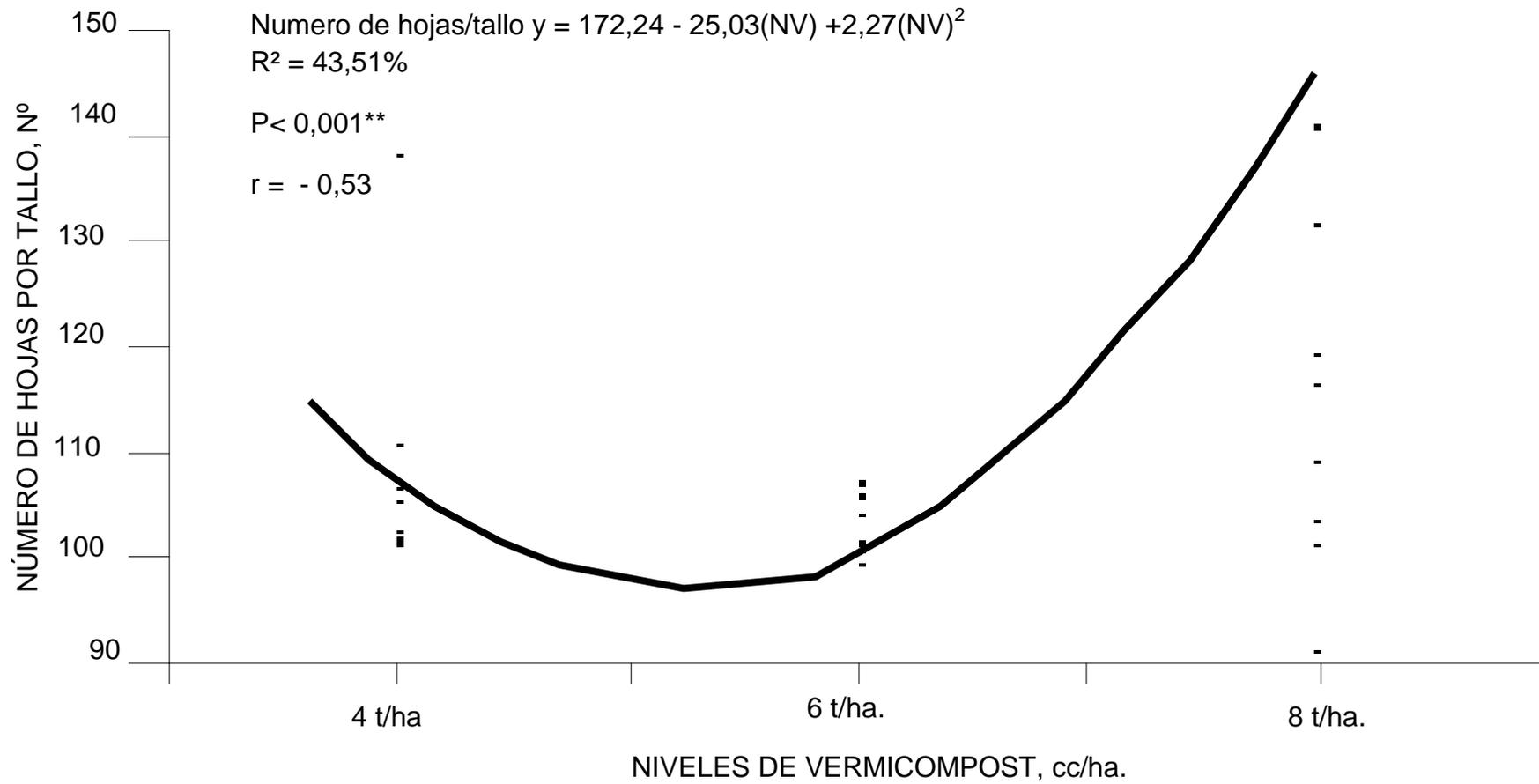


Gráfico 16. Regresión del número de hojas por tallo de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes niveles (4 t/ha; 6 t/ha, y 8 t/ha. de vermicompost.

Un análisis general se ha determinado que para la mayor parte de las variables evaluadas en la producción forrajera de la alfalfa, se registran los mejores resultados al aplicar bajos niveles de giberelinas. Lo que puede deberse a lo manifestado por Graebe, J. (2007), quien indica que se entiende por hormonas vegetales aquellas sustancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se translocan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones o dosis, regulando el crecimiento, desarrollo ó metabolismo del vegetal, una de las principales funciones es la Incrementan el crecimiento en los tallos, y por ende hay mayor superficie florar.

De acuerdo a los reportes obtenidos en el trabajo experimental se infiere que la opción más benéfica para fertilizar la alfalfa con la cual se va a conseguir que la planta alcance su mayor desarrollo, fue al utilizar mayores niveles de vermicompost (8 t/ha.) como se ilustra en el gráfico 17; pero potenciado con niveles bajos de giberelinas (250 cc/ha), ya que al unir estos dos elementos se impulsa el crecimiento de las plantas y las hace sanas y fuertes, el vermicompost aumenta la inmunidad de las plantas y por lo tanto no hay gastos de insecticidas y pesticidas. Mejora la estructura física del suelo y sus características biológicas, enriquecimiento de microorganismos, de la adición de las hormonas del crecimiento tales como auxinas y giberelinas, y de la adición de enzimas, tales como fosfatasas, celulasas, etc, enriquecen la acción del vermicompost.

Además incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre y la eficiencia de la fertilización. Ejerce un efecto tampón en el suelo, posee una gran capacidad de retención de agua, aumenta la resistencia de las plantas a plagas y heladas, proporciona soltura a los suelos pesados y compactos y liga los sueltos y arenosos. Repone y favorece la actividad microbiológica del suelo y su biodiversidad y es apto para recuperación de suelos tras perturbaciones. Para llevar a cabo la mineralización de los residuos orgánicos, los suelos contienen una gran cantidad de microorganismos que se caracterizan por su capacidad para provocar la descomposición de la materia orgánica, y en consecuencia liberan elementos nutritivos en formas asimilables para las plantas.

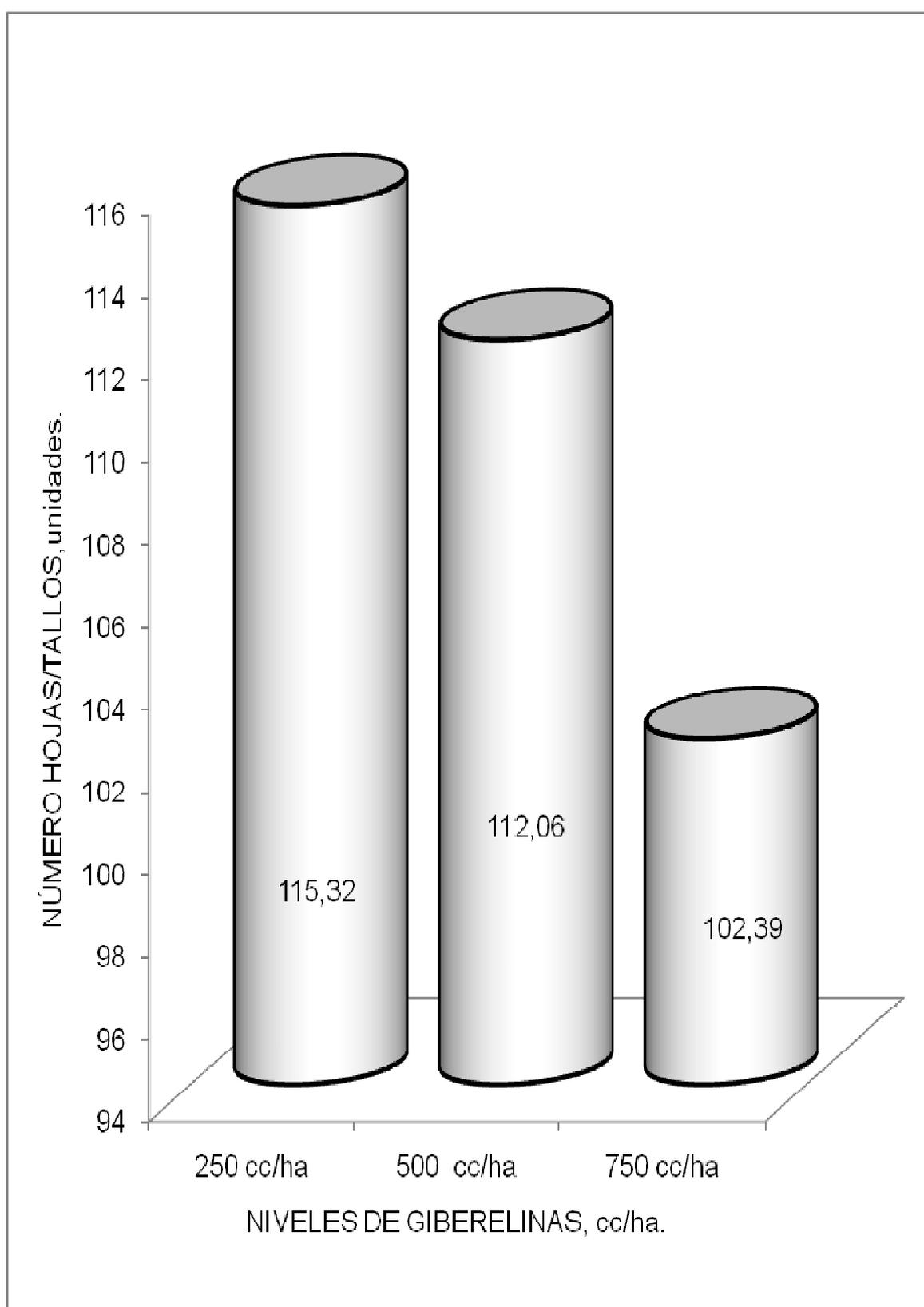


Gráfico 17. Número de hojas por tallo de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes dosis (250, 500, y 750 cc/ha.) de giberelinas.

## **B. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA *Medicago sativa*, BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS EN EL SEGUNDO CORTE**

### **1. Tiempo de ocurrencia a la prefloración**

#### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

El tiempo de ocurrencia a la prefloración que se reporta en el cuadro 8 y se ilustra en el gráfico 18, en la alfalfa (*Medicago sativa*), al utilizar varios niveles de vermicompost registraron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.01$ ), entre tratamientos, por lo que la separación de medias según Tukey, reporta los valores más altos al fertilizar con 6 t/ha (T2), de vermicompost, ya que las medias fueron de 39,44 días, y que desciende a 39,33 días al aplicar a la parcela 6 t/ha, de vermicompost, en tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al utilizar 8 t/ha de fertilizante ya que las medias fueron de 37,67 días, considerándose por lo tanto que al utilizar mayores niveles de vermicompost el estado fenológico de prefloración se presenta más rápido.

Lo que se debe a los manifestado por Shintani, M. (2000), quien señala que el vermicompostaje es un proceso de descomposición de la materia orgánica realizado por lombrices, la lombriz, a través de su tubo digestivo convierte los restos orgánicos en un producto estable, de excelentes cualidades como fertilizante, llamado vermicompost que facilita la absorción de los nutrientes y nutre el suelo con productos enteramente orgánicos, mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando los sueltos y arenosos, actúan aumentando las condiciones nutritivas de la tierra pero también mejoran su condición física (estructura) y aportan materia orgánica, bacterias beneficiosas y hormonas, estos actúan más lentamente su efecto es más duradero y pueden aplicarse más frecuentemente pues no tienen secuelas perjudiciales, que favorece a que la floración ocurre en un tiempo más corto.

Cuadro 8. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA *Medicago sativa*, BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE VERMICOMPOST (4, 6, y 8 t/ha.), EN EL SEGUNDO CORTE.

VARIABLE	NIVELES DE VERMICOMPOST, t/ha.			EE	Prob
	4 t/ha	6 t/ha	8 t/ha		
Tiempo de ocurrencia a la prefloración, días.	39,33 a	39,44 a	37,67 b	0,52	0,05
Cobertura basal, %.	39,33 a	38,67 a	37,11 a	0,42	0,13
Cobertura aérea, %.	81,00 a	81,00 a	80,40 a	1,73	0,96
Altura de la planta, cm.	104,78 a	105,31 a	106,10 a	0,75	0,48
Producción en forraje verde, t/ha/corte.	17,09 a	17,15 a	17,32 a	0,32	0,87
Producción en materia seca, t/ha/año.	34,44 a	32,77 a	32,44 a	0,62	0,08
Numero de Tallos por planta, N°.	50,78 a	50,67 a	52,44 a	1,85	0,75
Numero de hojas por tallo, N°.	107,32 ab	103,16 b	115,83 a	3,04	0,03

Fuente: Correa, S. (2013).

EE: Error estándar.

Prob. Probabilidad.

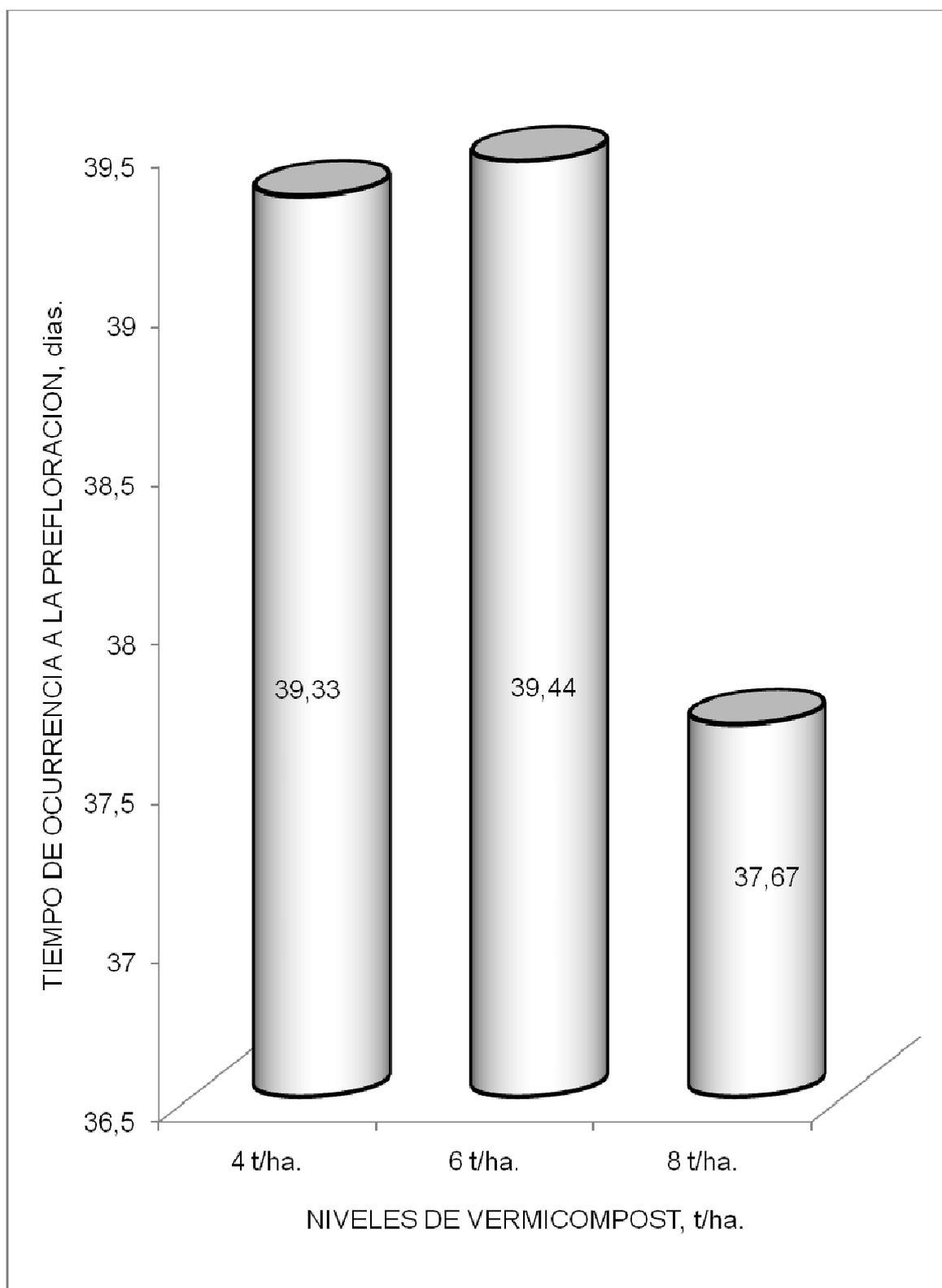


Gráfico 18. Tiempo de ocurrencia a la prefloración de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

En el segundo corte Aragadvay, R. (2010), en el estudio de la alfalfa (*Medicago sativa*), al aplicar un tratamiento a base de *Rhizobium meliloti* 500 g/ha más 20 t/ha de estiércol de un apareamiento del 10 % de la prefloración de 45.33 días, Cangiano, P. (2003), el mismo que analiza la acumulación de biomasa en rebrotes de alfalfa, registró que la edad a la prefloración para el segundo corte de 46 días, como se puede observar estos valores resultan superiores en relación a los investigados debido a que el aprovechamiento de los estiércoles la composición y contenido de los nutrientes de los estiércoles depende mucho según la especie animal, el tipo y manejo y el estado de descomposición de los estiércoles, así también varios factores intervienen para que aparezca este estado fisiológico como la presencia de lluvia, condiciones edáficas, variedades en estudio.

Respuestas que determinan a través del análisis de la regresión una tendencia cuadrática altamente significativa como se ilustra en el gráfico 19, donde se indica que el tiempo de ocurrencia a la prefloración inicialmente se eleva en 2,42 días al incluir en la fertilización 4 T/ha, de vermicompost para posteriormente al elevar este nivel a 8 t/ha de abono orgánico descender en 0,24 días , además el coeficiente de determinación reporto un porcentaje del 61,23 %, del tiempo a la prefloración por efecto de los diferentes niveles de fertilizante vermicompost, así como también un coeficiente correlacional del 0,46 que identifica una relación positiva altamente significativa de la prefloración en función del nivel de vermicompost. La ecuación de regresión cuadrática aplicada fue:

$$\text{Tiempo de ocurrencia a la prefloración} = 33,44 + 2,42(NV) - 0,24(NV)^2$$

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

El análisis de varianza del tiempo de ocurrencia a la prefloración de la alfalfa fertilizada con diferentes niveles de vermicompost, no registro diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos por efecto de los diferentes niveles de giberelinas adicionados a la fertilización sin embargo de carácter

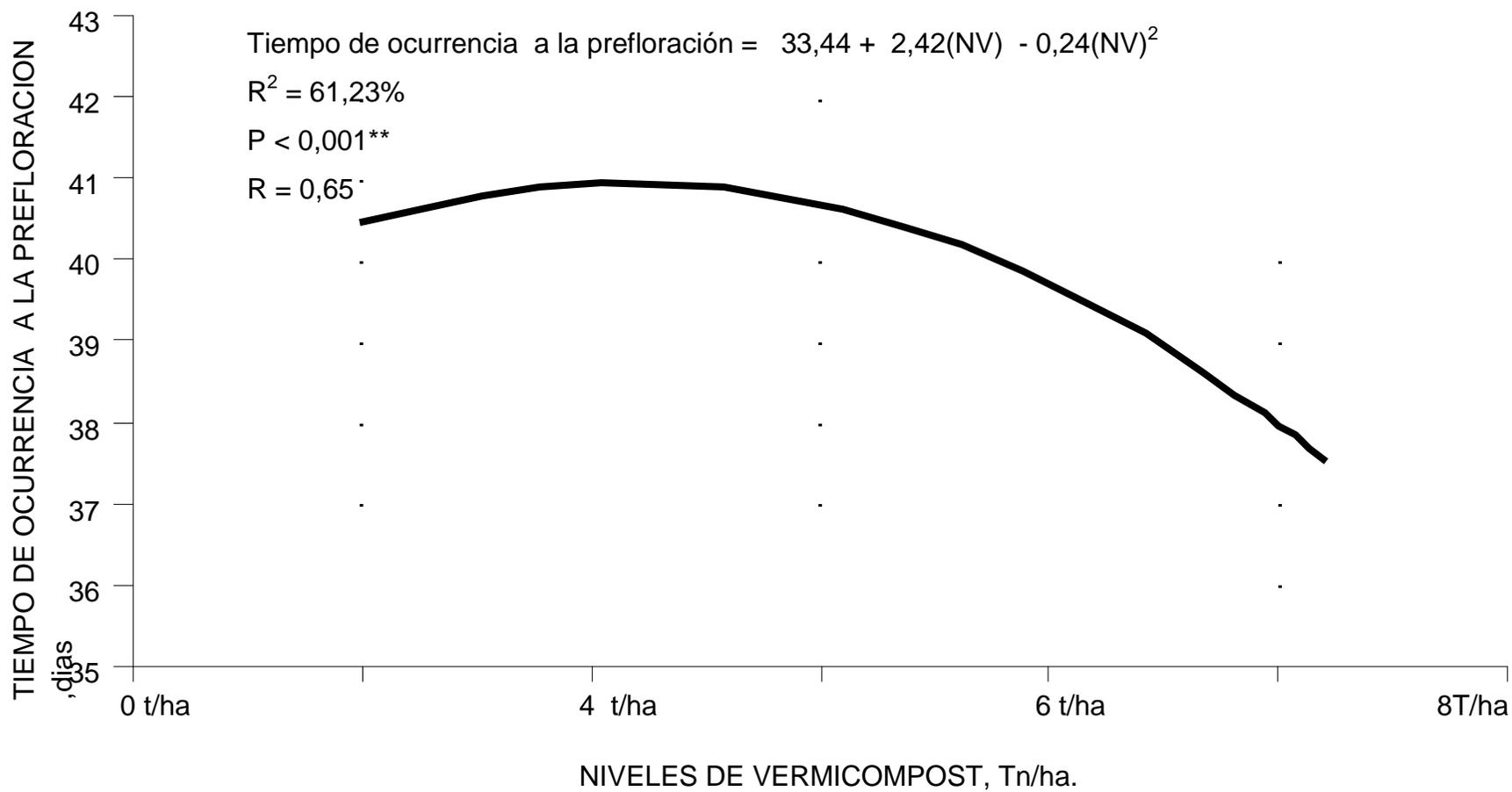


Gráfico 19. Regresión del tiempo de ocurrencia a la prefloración de la alfalfa *Medicago sativa*, en el primer corte bajo el efecto de diferentes niveles (4t/ha, 6 t/ha, y 8 t/ha), de vermicompost.

numérico se identifica superioridad hacia las respuestas obtenidas en las parcelas del tratamiento G3 (750 cc/ha), ya que las medias fueron de 39,11 días ; seguida de la ocurrencia a la prefloración del tratamiento G2 (500 cc/ha), con medias de 38,78 días; mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados con la aplicación de niveles bajos de giberelinas es decir en el tratamiento G1 (250 cc/ha), debido a que las medias fueron de 38,56 días. Por lo tanto las respuestas analizadas infieren que al incorporar a la fertilización con vermicompost niveles bajos de giberelinas se reduce el tiempo a la prefloración en forma considerable.

Lo que puede verse fundamentado en las apreciaciones de Rodríguez, P. (2009), quien señala que las giberelinas son hormonas vegetales tienen una función crítica en el desarrollo de las plantas, ya que según su presencia en el sitio y momento adecuado pueden estimular o inhibir procesos fisiológicos específicos para tener un cierto crecimiento, diferenciación, metabolismo, etc, que se refleja en el apareamiento más temprano del periodo de prefloración de la alfalfa. Además como se puede apreciar los días a la prefloración de la alfalfa disminuyeron en relación al primer corte quizá se da a lo mencionado en <http://www.infoagro.com>.(2013), donde se indica que los abonos orgánicos se mantiene en el suelo hasta cinco años, al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, desde un punto de vista agrícola.

La aplicación de un abonos orgánicos al suelo no se debe considerar como algo aislado y referido única y exclusivamente a la calidad y características de dicho abono, sino ligado a la propia problemática del suelo donde se va a aplicar, así como a los cultivos que se van a desarrollar, para alcanzar un mejor desarrollo de las plantas es decir una prefloración más temprana y con ello asegurar un mayor número de cortes al año, sin detrimento de la calidad del forraje. Las giberelinas son más activas de acuerdo a un factor regulador de la síntesis el cual es el fotoperiodo (duración de las horas de luz), en este caso las GAs están relacionadas con el control de la floración

## 2. Porcentaje de cobertura basal

### a. Por efecto del nivel de vermicompost

Las medias de la cobertura basal de la alfalfa (*Medicago sativa*), no presentan diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), entre tratamientos por el efecto de la acción de los diferentes niveles de vermicompost empleados; aunque numéricamente la aplicación de estos mejoran la cobertura basal, por cuanto las plantas del tratamiento T1 (4 t/ha.), registraron la mayor cobertura basal de la investigación y que fue de 39,33% en cambio que al aplicarse 8 t/ha, de vermicompost se presentó coberturas basales de 37,11% y que fueron las respuestas más bajas, mientras tanto que resultados intermedios fueron registrados en las parcelas fertilizadas con 6 t/ha, de abono orgánico, ya que las medias fueron de 38,67%; como se ilustra en el gráfico 20, es decir que niveles más bajos de vermicompost elevan la cobertura basal de la alfalfa.

Notándose por tanto que los abonos orgánicos en dosis adecuadas de acuerdo a la composición del suelo donde se producirá la alfalfa, proporcionan una serie de ventajas a los cultivos, como los que señala Trinidad, A. (2008), quien reporta que los abonos orgánicos como es el caso del vermicompost influyen favorablemente sobre las características del suelo, como son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados, lo que favorecen para el crecimiento de las hojas y mejoren considerablemente el porcentaje de cobertura basal, ya que la alfalfa, presenta una cobertura amplia del suelo, además de tener un crecimiento agresivo lo que permite controlar eficazmente las malezas reduciendo considerablemente el costo de mantenimiento y evitando la erosión.

Para cotejar los resultados obtenidos en la presente investigación se tomara como referencia el trabajo de Aragadvay, R. (2010), quien con el empleo de diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloti* más la adición de estiércol de cuy en la

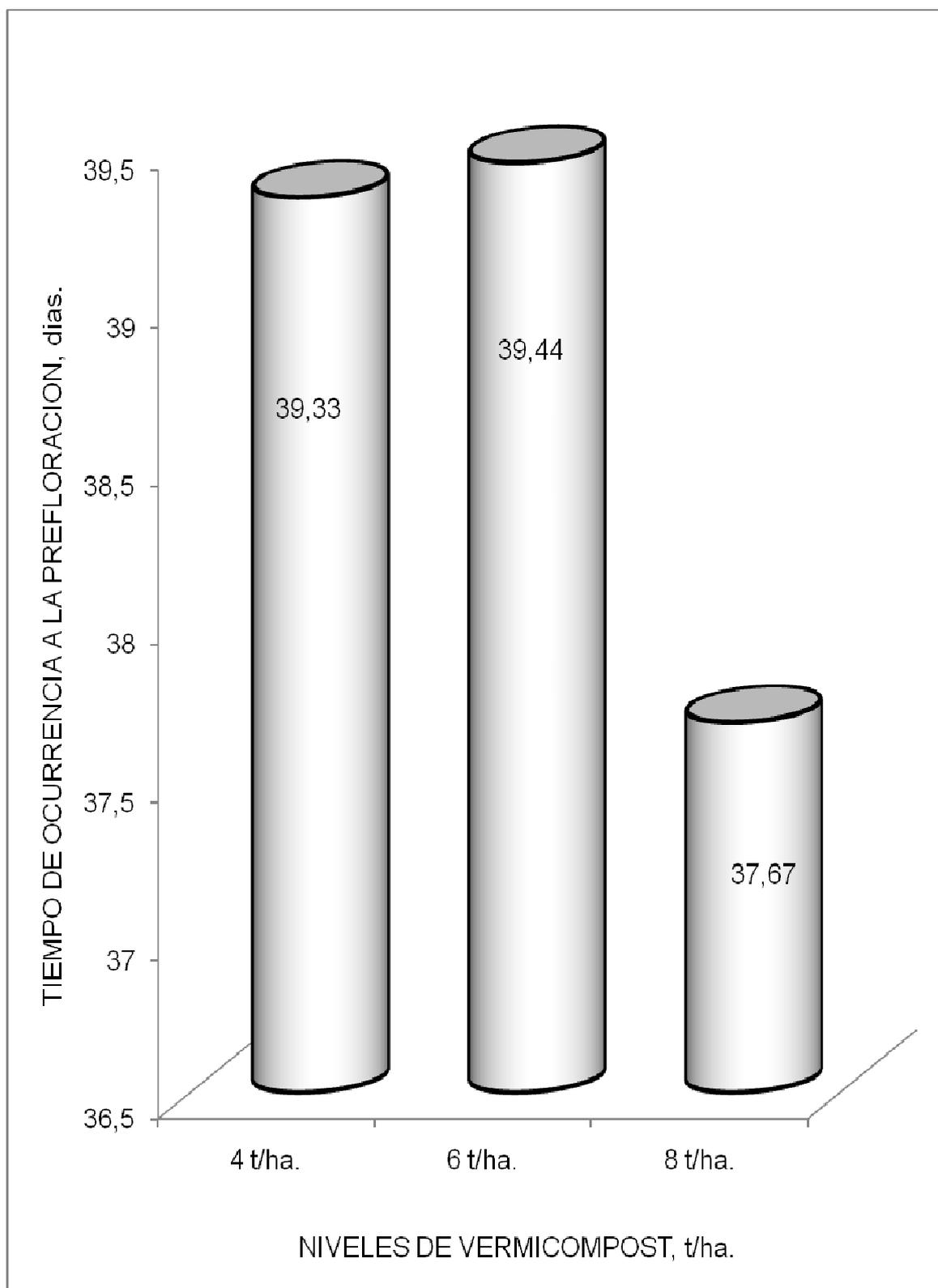


Gráfico 20. Porcentaje de cobertura basal de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

producción de alfalfa, registró coberturas basales de 10.50 y 11.17%, se considera que las respuestas obtenidas en el presente trabajo son superiores, así como también a las de Chacon, D. (2011), quien al evaluar la producción forrajera del *Medicago sativa*, bajo el efecto de diferentes niveles de abono foliar biol, indica que de acuerdo a los cortes considerados, las respuestas de cobertura basal no fueron diferentes estadísticamente ( $P > 0.05$ ), por cuanto se determinó que la alfalfa en el primer corte presentó una cobertura basal de 24.17 %, y en el segundo corte fue de 24.85 %. López, A. (2011), quien al realizar la evaluación de diferentes niveles de vinaza aplicados basalmente en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa), registró las respuestas de cobertura basal de acuerdo al número de cortes, estas presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), siendo mayor la cobertura en el segundo corte que en el primero por cuanto se determinó valores de 14.08 y 12.73 %, en su orden.

#### **b. Por efecto del nivel giberelinas**

La variable porcentaje de cobertura basal de la alfalfa en el segundo corte, no registro diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos por efecto del nivel de giberelinas incorporadas a la fertilización con diferentes niveles de vermicompost, como se reporta en el cuadro 9, sin embargo numéricamente se observa superioridad en las parcelas del tratamiento G3 (750 cc/ha), cuyas medias fueron de 38,89% seguida de los resultados reportados por las plantas del tratamiento G1 ( 250 cc/ha), ya que las medias fueron de 38,22%; mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados en las parcelas del tratamiento G2 ( 500 cc/ha), con medias de 38%.

Resultados que permiten inferir que mayores niveles de giberelinas elevan la cobertura basal de la alfalfa. Lo que es corroborado con las apreciaciones de Benzing, A. (2001), quien indica que la aplicación comercial de hormonas en la agricultura está muy enfocado a promover el crecimiento vegetativo, de los frutos, y del sistema radicular de las plantas para lo cual las giberelinas han sido los compuestos más comunes. La razón de ello es que su efecto es rápido, consistente y de amplio espectro en cuanto a especies y/o órgano, además ser

Cuadro 9. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA ALFALFA *Medicago sativa*, BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS (250; 500; y 750 cc/ha.), DE GIBERELINAS EN EL SEGUNDO CORTE.

VARIABLE	NIVELES DE GIBERELINAS , cc/Ha.			EE	Prob.
	250 cc/ha. G1	500 cc/ha. G2	750 cc/ha. G2		
Tiempo de ocurrencia a la prefloración, días.	38,56 a	38,78 a	39,11 a	0,52	0,75
Cobertura basal, %.	38,22 a	38,00 a	38,89 a	0,42	0,21
Cobertura aérea, %.	81,40 a	79,60 a	81,40 a	1,73	0,70
Altura de la planta, cm.	104,39 a	106,86 a	104,93 a	0,75	0,80
Producción en forraje verde, t/ha/corte.	17,59 a	17,37 a	16,59 a	0,32	0,91
Producción en materia seca, t/ha/año.	33,77 b	34,65 a	31,22 b	0,62	0,003
Numero de Tallos por planta, N°.	52,56 a	51,56 a	49,78 a	1,85	0,57
Numero de hojas por tallo, N°.	110,72 a	110,91 a	104,68 a	3,04	0,28

Fuente: Correa, S. (2013).

EE: Error estándar.

Prob. Probabilidad.

accesible económicamente, y que al ser incorporados con abonos orgánicos presenta un accionar más acelerado sobre la cobertura basal de las plantas.

### **3. Porcentaje de cobertura aérea**

#### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

En la valoración de la cobertura aérea de la alfalfa (*Medicago sativa*), en el segundo corte no se determinó diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), entre tratamientos, por efecto de los diferentes niveles de vermicompost aplicados a la parcela, sin embargo de carácter numérico se observa los valores más altos al utilizar 10 t/ha, y 20 t/ha, de vermicompost con un promedio igual a 81% en los dos tratamientos mencionados, mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en las plantas fertilizadas con 30 t/ha, de vermicompost cuyas medias fueron de 80,40%, como se ilustra en el gráfico 21.

Por lo expuesto anteriormente se afirma que la aplicación de vermicompost en la producción de la alfalfa no influye directamente sobre el porcentaje de cobertura aérea sin embargo las diferencias numéricas se deben posiblemente de acuerdo a <http://www.monografias.com>.(2013), el vermicompost es uno de los fertilizantes naturales de más alta calidad y más nutritivos del mundo. Debido a su efecto en la mejora del suelo, promueve el crecimiento y un mayor rendimiento de las plantas, posee una combinación equilibrada de nutrientes para las plantas, mejora la estructura del suelo al mejorar la captación y almacenamiento de nutrientes y agua), acelera la regeneración de los suelos infértiles y lixiviados (por acción de cultivos permanentes, pesticidas, fertilizantes sintéticos), provoca la estimulación del crecimiento de las raíces y la minimización y prevención de plagas de las plantas (hongos fitopatógenos, pulgones) y los patógenos del suelo. En el desarrollo de la cobertura aérea de influyen otros factores como los son la cantidad de luz interceptada por el follaje, distribución de la luz en la planta y eficiencia fotosintética de las hojas. Es necesario suministrar a las plantas los elementos que precisen para completar su nutrición, los mismos que deben estar

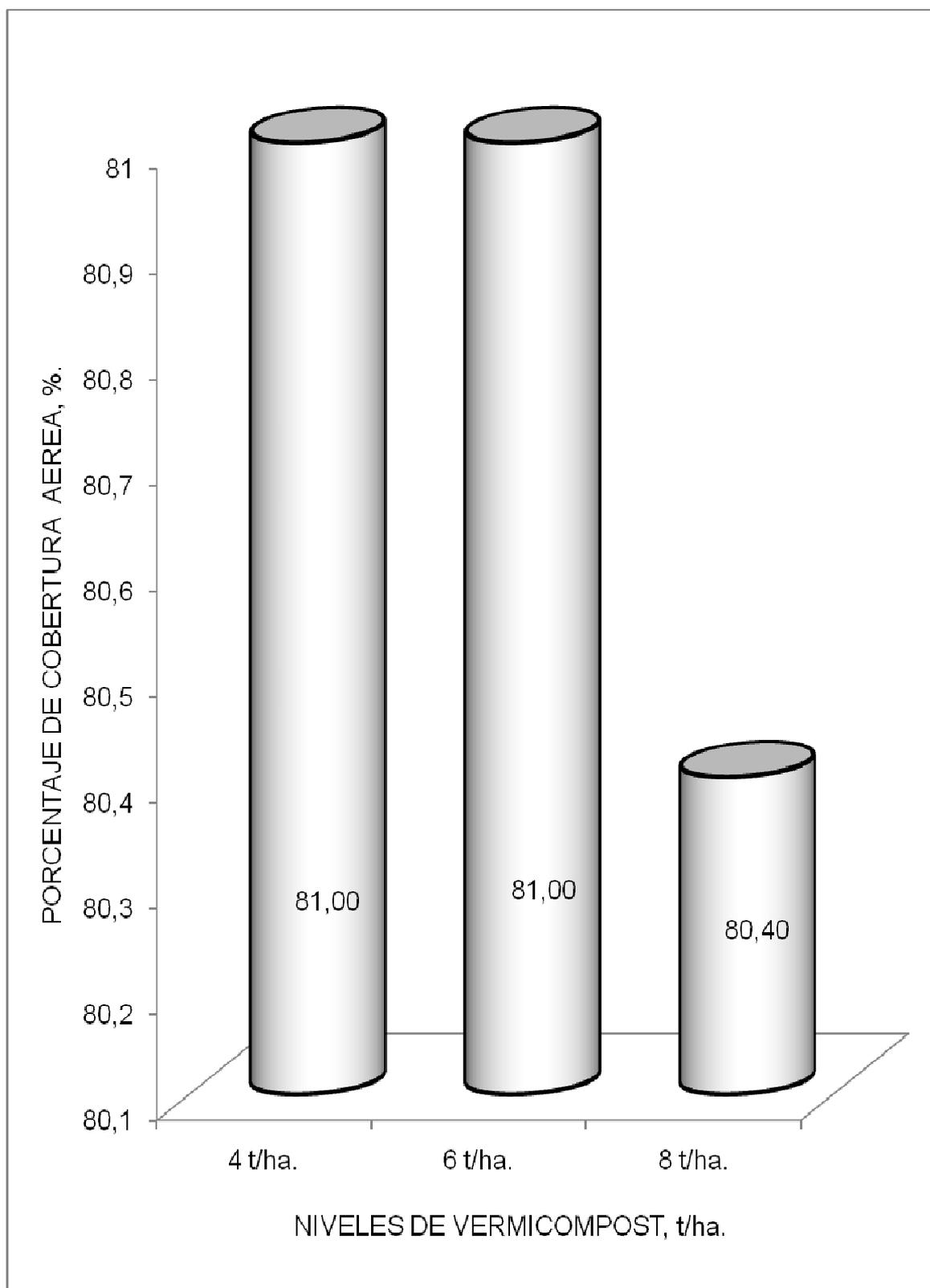


Gráfico 21. Porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

por supuesto, en forma asimilable y en cantidad apreciable, es así que los fertilizantes orgánicos restituyen los niveles de materia orgánica del suelo y con esto se incrementa la capacidad para retener los nutrientes minerales que se aplican a los suelos.

En las investigaciones realizadas por Rojas, C. (2011), en una mezcla forrajera formada por alfalfa (*Medicago sativa*), más Raygrass (*Lolium perenne*), aplicando una dosis de 5 t/ha, de biol reporta un valor del 100%, mientras Tenorio, C. (2011), en el segundo corte indica al utilizar en las parcelas un tratamiento de 2 kg/ha *Rhizobium meliloti* más vermicompost señala una cobertura aérea de 100 %, estos valores resultan superiores en comparación a los investigados de modo que en el primer ensayo se trata de una mezcla forrajera la cual está formada por dos especies aumentando el área foliar, así como al aplicar biofertilizantes como *Rhizobium meliloti*. Además tomando en consideración los porcentajes de cobertura aérea obtenidos en en el segundo corte por Bayas, A. (2003), quien reporta valores de 79,54% en las plantas que fertilizó con bokashi, en cuanto que aplicar biol logró un promedio de 97,34 %, podemos ver que los reportes de la presente investigación son inferiores al mencionado autor al autor.

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

La valoración del porcentaje de cobertura aérea en el segundo corte de la alfalfa fertilizada con diferentes niveles de vermicompost no reporto diferencias estadísticas entre medias por efecto del nivel de giberelinas aplicado sin embargo de carácter numérico se establece superioridad en las parcelas del tratamiento G1 y G3; ya que las medias fueron de 81,40% para los dos casos en estudio, en comparación de las coberturas obtenidas en el tratamiento G2 que fueron las más bajas de la investigación con medias de 79,60%; resultados que al no existir diferencias infieren que la adición de giberelinas en la producción de alfalfa en el segundo corte no influye directamente sobre el porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa sin embargo las diferencias numéricas reportados son efecto de lo manifestad en <http://wwwfoliares.com.ar>.(2013), donde se manifiesta que las giberelinas son hormonas vegetales que tienen una función crítica en el desarrollo

de las plantas, ya que según su presencia en el sitio y momento adecuado pueden estimular o inhibir procesos fisiológicos específicos, definiendo un cierto crecimiento, diferenciación, metabolismo, incremento en el porcentaje de cobertura aérea o basal de las plantas etc.

Es decir que numéricamente mayores niveles de vermicompost potenciados con giberelinas en dosis altas incrementar al porcentaje de cobertura basal de la alfalfa principalmente por que las giberelinas pueden atenuar la velocidad del proceso de pérdida anticipada de hojas, ya que inhiben indirectamente la acción del ácido absísico y del etileno, estimulando la mayor duración del área foliar del cultivo.

#### **4. Altura de la planta**

##### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

Al realizar el análisis de varianza de la altura de la alfalfa (*Medicago sativa*), del segundo corte, que se ilustra en el gráfico 22, se determinó que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, ( $P > 0.05$ ), por efecto del nivel de fertilizante orgánico vermicompost aplicado a la parcela de alfalfa. Sin embargo de carácter numérico se manifiesta que la mayor altura del *Medicago sativa* (alfalfa), en el segundo corte fue con la aplicación de 8 t/ha, de fertilizante (T3), ya que las medias fueron de 106,10 cm, seguido de las respuestas obtenidas en las parcelas del tratamiento T2 (6 t/ha), con medias de 105,31 cm, finalmente las alturas más bajas fueron registradas en las plantas del tratamiento T1 (4 t/ha), ya que las medias fueron de 104,78 cm.

De acuerdo a los reportes antes enunciados de la altura de la planta en el segundo corte, se infiere que el vermicompost en dosis de 8 t/ha, es el nivel óptimo que soportan los suelos en donde se realizó la producción de la alfalfa lo que es corroborado con las apreciaciones de <http://www.emison.com>.(2013),

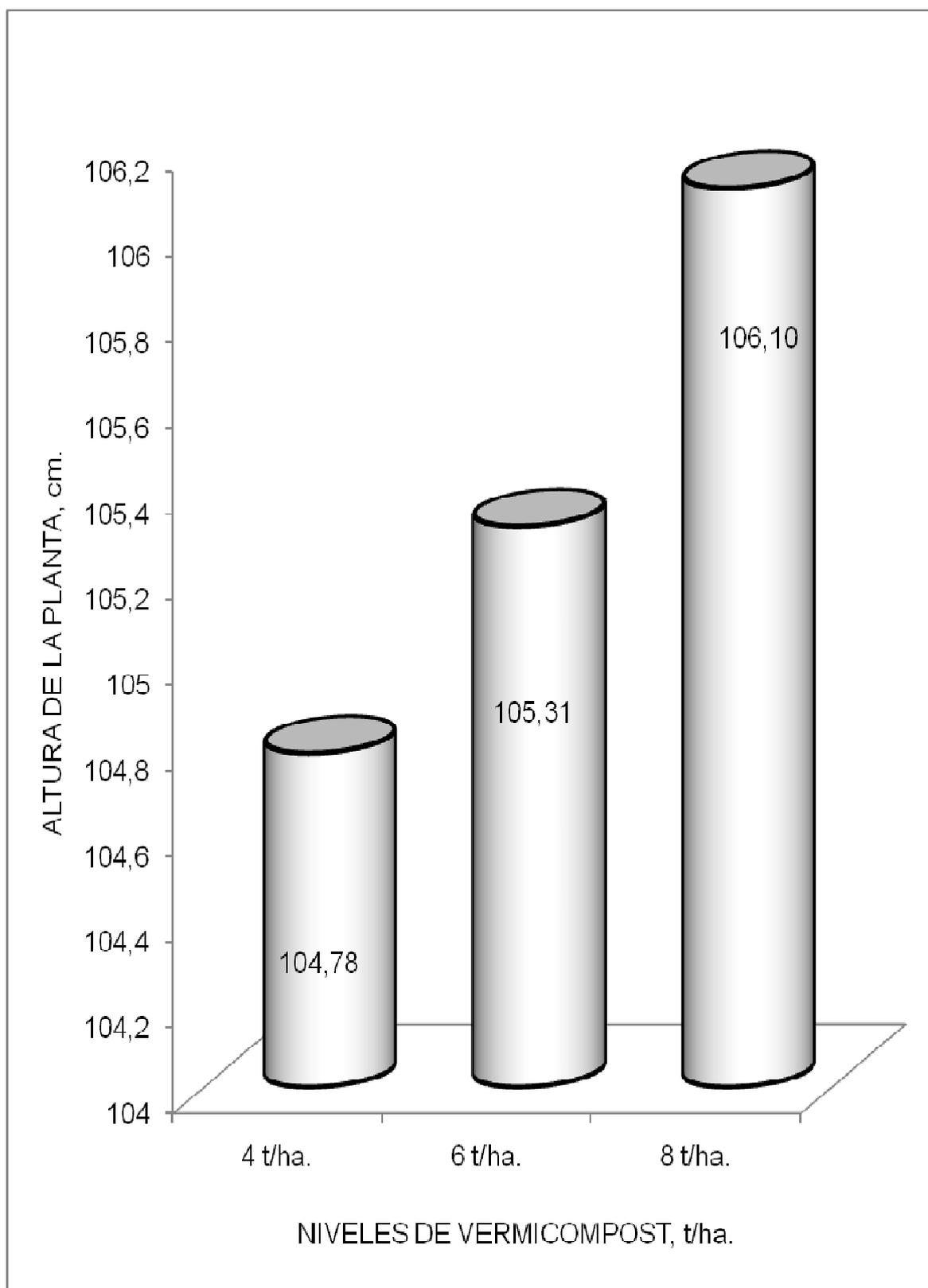


Gráfico 22. Altura de la planta de alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

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, lo que se refleja en una mayor altura en el tiempo de evaluación.

Cordovez, M. (2009), reporto la mayor altura del *Medicago sativa* (alfalfa), en el segundo corte con la aplicación del biofertilizante a los 5 días post corte ya que las medias fueron de 90,26 cm, Andrade, L. (2002), en su investigación demuestra que alcanzó una altura promedio de 56,62 centímetros en el segundo corte, al aplicar varios fertilizantes en forma foliar en un cultivo establecido del *Medicago sativa* (alfalfa). Resultados que al ser comparados con los reportes de la presente investigación, son inferiores a los de los mencionados autores, esto es posible a que los abonos orgánicos necesitan ser descompuestos para aportar los nutrientes minerales para el suelo y la planta, accionar que muchas veces resultan ser más lentamente, que fertilizantes químicos.

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

La evaluación de la altura de la planta de alfalfa fertilizada con diferentes niveles de vermicompost no registró diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P \geq 0.05$ ), por efecto, de la aplicación de diferentes dosis de giberelinas, sin embargo de carácter numérico se registra los resultados más altos en las parcelas a las que se incorporó 500 cc/ha, de giberelinas ya que las medias fueron de 106,86 cm; seguida de las alturas en el segundo corte obtenidas por las plantas a las que se adiciono 750 cc/ha, de giberelinas con medias de 104,93 cm; finalmente los resultados más bajos fueron conseguidos al trabajar con 250 cc/ha, de giberelinas ya que las medias fueron de 104,39 cm.

Por lo tanto la supremacía al potencial el fertilizante vermicompost con 500 cc/ha de giberelinas, puede ser efecto de lo señalado en [\(2013\)](http://www.monografias.com), donde se indica que las giberelinas son promotoras del crecimiento vegetal están relacionadas con mucha especies de plantas y comúnmente presente en muchos ambientes, tienen la capacidad de colonización al adherirse a la raíz, fijan el N<sub>2</sub>, promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas por la producción de IAA que son fitohormonas que funcionan como reguladoras del crecimiento vegetal, Se sintetizan en las regiones meristemáticas del ápice de los tallos y se desplazan desde allí hacia otras zonas de la planta, principalmente hacia la base, estableciéndose así un gradiente de concentración, y casi siempre están relacionadas con etapas de intenso crecimiento, por ello, estas bacterias han sido utilizadas como inoculantes o biofertilizantes para incrementar la producción de cultivos.

## **5. Producción de forraje verde**

### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

La variable producción de forraje verde (t/FV/ha/corte) del segundo corte de forma similar no presentó diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), entre los tratamientos por efecto de los niveles de vermicompost aplicados a la parcela experimental. Sin embargo de carácter numérico se observa el mejor rendimiento forrajero en las parcelas fertilizadas con 8 t/ha, de vermicompost (T3), con un promedio de 17,32 t/FV/Ha/corte, seguida de las producciones registradas en las parcelas a las que se aplicó 6 t/ha, de vermicompost (T2), ya que las medias fueron de 17,15 t/FV/ha/corte; mientras que las parcelas abonadas con 4 t/ha,(T1), de vermicompost presentaron los más bajos rendimientos con un valor de 17,09 t/FV/ha/corte, como se ilustra en el gráfico 23. Es decir que mayores niveles de vermicompost elevan numéricamente la producción de forraje verde de la alfalfa en el segundo corte.

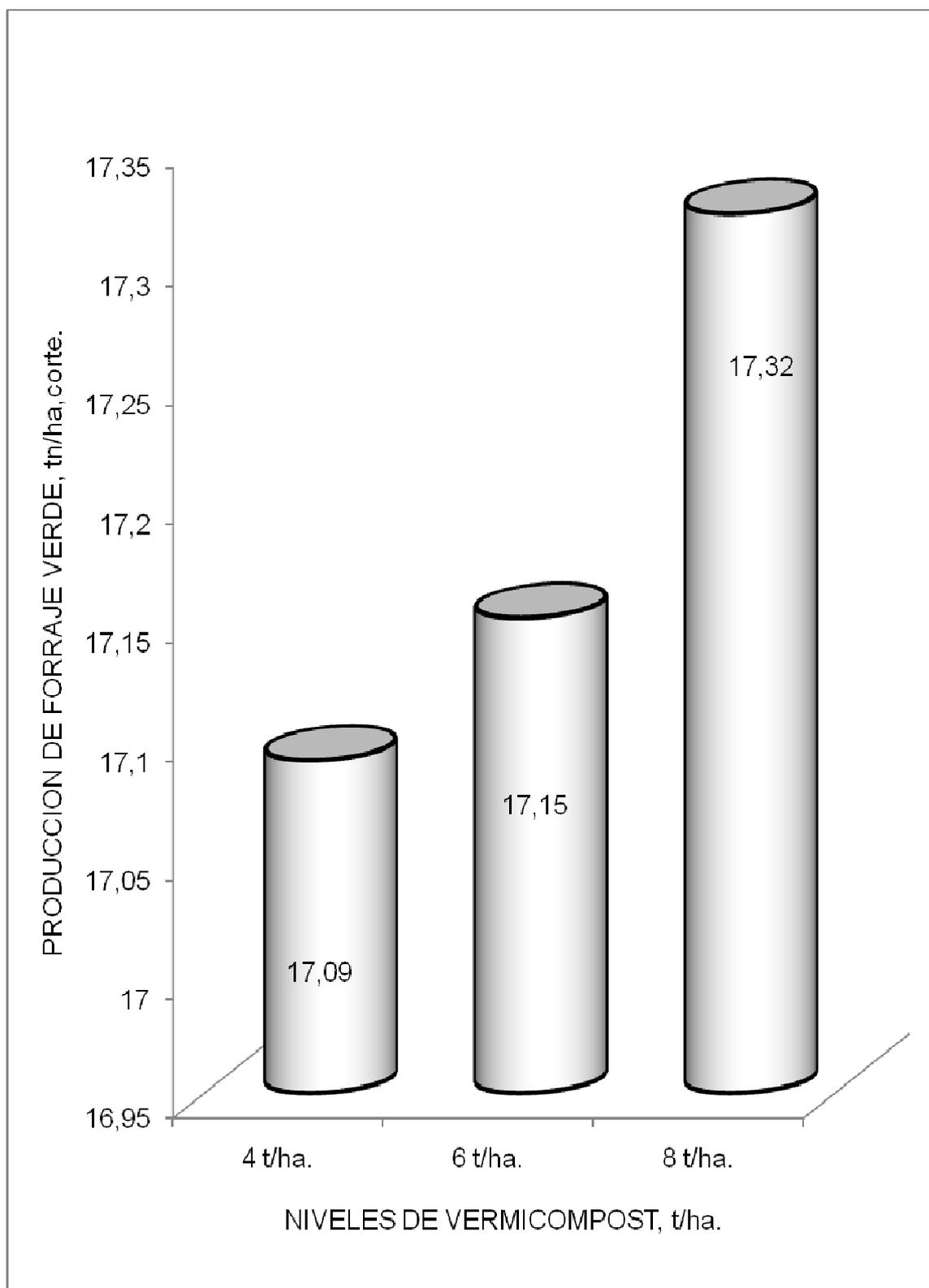


Gráfico 23. Producción de forraje verde de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

Lo que puede deberse a lo manifestado por Muslera, E. (2001), quien señala que el compost de lombriz o vermicompost es el producto o el proceso de compostaje usando, por lo general lombrices rojas, gusanos blancos y de tierra para crear una mezcla heterogénea de descomposición vegetal o residuos de alimentos, es un abono que se ha demostrado que contienen niveles reducidos de contaminantes y una mayor saturación de nutrientes solubles en agua, es un excelente abono orgánico, rico en nutrientes, y acondicionador de suelos, que mejoran significativamente la producción de forraje verde las plantas.

En la investigación de Andrade, L. (2002), quien realizó la fertilización foliar en la alfalfa obtuvo una producción promedio de forraje verde de 83,65 t/ha/año en el segundo corte, considerando de 5 a 6 cortes al año, Espín, R. (2011), quien al realizar la evaluación de diferentes niveles de fertilización foliar agro hormonas en la producción primaria forrajera de *Medicago sativa* (alfalfa), reportó en el tratamiento AGH750 la mayor producción de forraje verde con 13.17 t/ha./corte, Cordovez, M. (2010), al aplicar 7 t/ha, de bokashi logra una producción de forraje verde de 12.00 t/ha, Chávez, E. (2010), al investigar con 300 l/ha, de enraizador más 5 t/ha, de humus obtienen producciones de forraje verde en el segundo corte de 12.93 t/ha./corte, Bayas, A. (2003), en el segundo corte de la alfalfa *Medicago sativa* en la etapa de prefloración utilizando te de estiércol obtienen 13.16 t/ha./corte, en tanto Escalante, M. (1995), determina en la época de floración una producción de forraje verde de la alfalfa *Medicago sativa* de 13.14 t/ha./corte al sembrar a 40 cm de distancia esta leguminosa, resultados que son similares a los presentados en la investigación.

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

En la valoración de la producción de forraje verde de la alfalfa en el segundo corte no se determinaron diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P > 0,05$ ), sin embargo numéricamente las respuestas más eficientes fueron alcanzadas al incorporar al fertilizante 250 cc/ha, de giberelinas ya que las medias fueron de 17,59 t/FV/Ha/corte; y que desciende a 17,37 t/FV/Ha/corte; al emplear 500 cc/Ha,

mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al aplicar una dosis de 750 cc/ha, de giberelinas con medias de 16,59 t/FV/Ha/corte.

## **6. Producción de materia seca**

### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

En la producción de materia seca que se ilustra en el gráfico 24, por efecto de los diferentes niveles de vermicompost aplicados, las plantas fertilizadas con 4 t/ha, de vermicompost (T1), presentaron numéricamente la mayor producción con 34,44 t/MS/ha/año, valor que no difiere estadísticamente ( $P > 0.05$ ), comparándolas con las plantas que recibieron 6 t/ha de vermicompost (T2), en los cuales se estableció 32,77 t/MS/ha/corte; mientras tanto que las respuestas menos eficientes fueron registradas al trabajar con 8 t/ha, de vermicompost con medias de 32,44 t/MS/Ha/año; es decir que niveles más bajos de vermicompost infieren numéricamente sobre la producción de materia seca de la alfalfa.

Comportamiento que según <http://www.info@naturalenviro.com>.(2013), puede deberse a que los abonos orgánicos aporta todos los nutrientes para la dieta de la planta, de los cuales carecen a menudo los fertilizantes químicos, y acelera el crecimiento y producción de materia seca de los forrajes, por la acción benéfica del nitrógeno ya que se encuentran por más tiempo en el suelo y son mejor aprovechados por las plantas, es decir el vermicompost ha demostrado ser más rico en muchos nutrientes que otros abonos producidos por otros compostajes. También se ha superado un medio de planta comercial con nutrientes añadidos, pero necesitaba un ajuste de pH para el magnesio. La fertilización y refertilización sobre una pastura de un año constituyó una estrategia importante para lograr aumentos de materia seca y prolongar la vida útil de la misma, la fertilización básica con calcio y fósforo y la posterior fertilización con se puso de manifiesto la necesidad y el gran aporte de este último sobre la producción de alfalfa

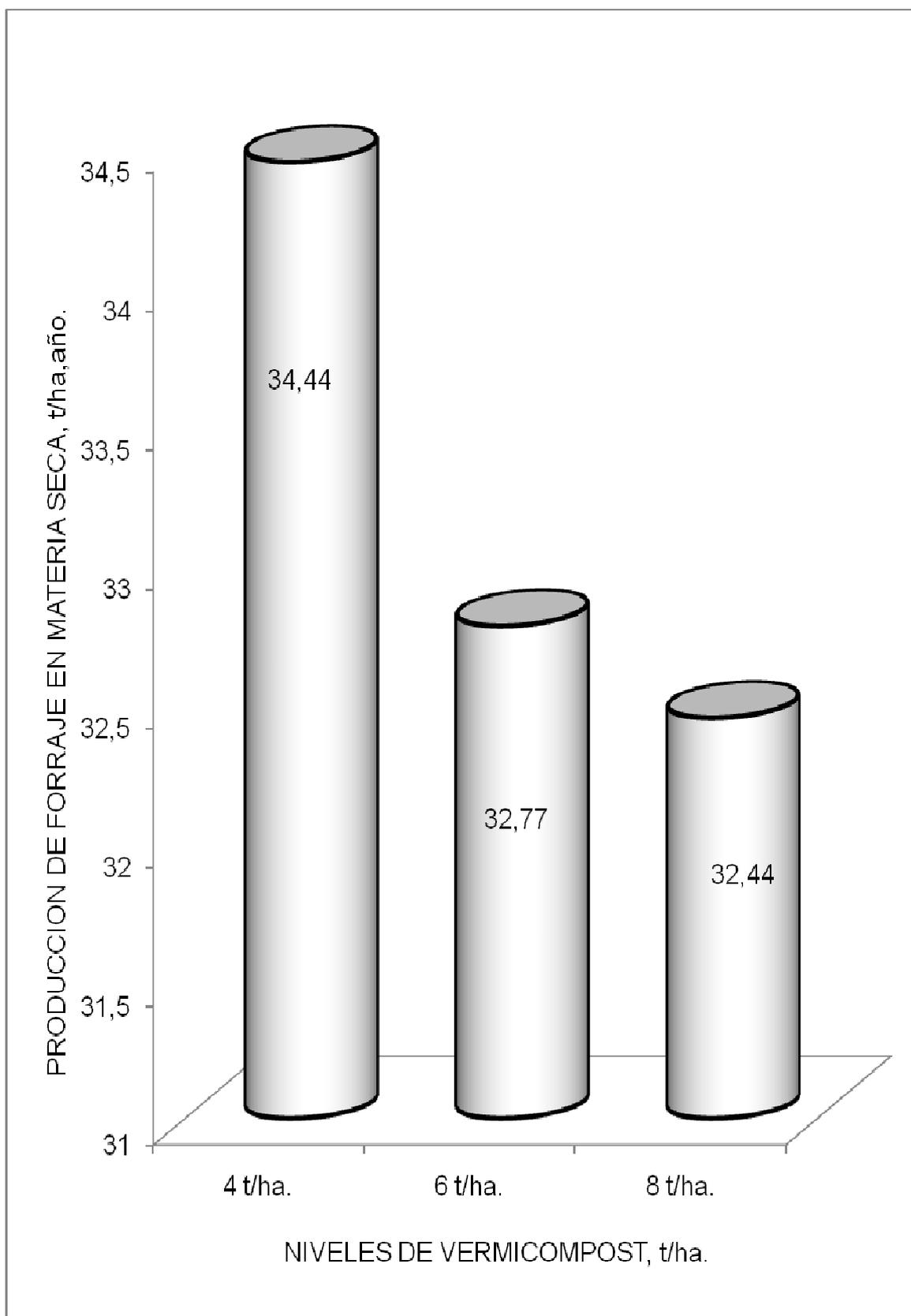


Gráfico 24. Producción de forraje en materia seca de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4,6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

Para <http://www.dialnet.unirioja.es>.(2008), fertilizando diferentes especies de alfalfa (*Medicago sativa*), en Argentina en suelos con altos niveles de fósforo y azufre en el segundo corte obtuvo producciones de la alfalfa Rafael de 2.85 t/ha/corte, así como también los resultados presentados en <http://www.ipni.net>.(2009), citando a Vázquez, J. (2001), señala un promedio del ensayo cuando se fertilizó con Ca+P+S fue de 2.34 kg/ha/corte, estas producciones son superiores a los reportados en este estudio debido a que la fertilización química de acuerdo a <http://www.jardineriadigital.com>. (2009), los abonos inorgánicos son sustancias químicas sintetizadas, ricas en fósforo, calcio, potasio y nitrógeno, que son nutrientes que favorecen el crecimiento más rápido de las plantas, son absorbidos más rápidamente que los abonos orgánicos, la característica más sobresaliente de los abonos inorgánicos es que deben ser solubles en agua, para poder disolverlos en el agua de riego, así también se debe estas diferencias a varios factores como presencia de lluvia, textura del suelo, variedades, prácticas culturales.

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

El efecto reportado por el nivel de giberelinas sobre la producción en materia seca de la alfalfa en el segundo corte no reportó diferencias estadísticas ( $P \geq 0,05$ ), entre medias de los tratamientos, sin embargo de carácter numérico se observa cierta superioridad en las respuestas obtenidas al aplicar 500 cc/ha, de giberelinas ya que las medias fueron de 34,65 tMS/ha/año; seguida de los resultados registrados al utilizar dosis de 250 cc/ha, de giberelinas con medias de 33,77 TnMS/ha/año; mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados al utilizar 750 cc/ha, de giberelinas con medias de 31,22 t/MS/ha/año.

Por lo tanto al incorporar dosis bajas de giberelinas a la fertilización con vermicompost ejercen numéricamente cierto efecto sobre la producción de materia seca de la alfalfa lo que puede verse señalado según <http://wwwes.wikipedia.fitohormonas.org>.(2012), las giberelinas son activas y producen respuesta a concentraciones extremadamente bajas. Tiene que haber un mecanismo eficaz para la percepción y transducción de la señal para que se

produzca la respuesta. Las giberelinas incrementan tanto la división como la elongación celular (incrementa el número de células y la longitud de las mismas). Inducen el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos. Las giberelinas activan genes que sintetizan ARNm, el cual favorece la síntesis de enzimas hidrolíticos, como la  $\alpha$ -amilasa, que desdobla el almidón en azúcares, dando así alimento al organismo vegetal, y por tanto, haciendo que incremente su longitud y la producción en materia seca. .

## **7. Numero de tallos por planta**

### **a. Por efecto del nivel de vermicompost**

En el segundo corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), para la variable número de tallos por planta los resultados no demostraron diferencias estadísticas entre tratamientos por efecto de los diferentes niveles de vermicompost aplicado a la fertilización sin embargo de carácter numérico se registra superioridad en las parcelas fertilizadas con 8t/ha, de vermicompost (T3), ya que las medias fueron de 52,44 tallos, y que desciende a 50,78 tallos en las parcelas del tratamiento T2 (6 t/ha.) mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados al trabajar con 4 t/ha, de vermicompost (T1); debido a que las medias fueron de 50,67 tallos, como se ilustra en el gráfico 25. Por lo tanto numéricamente los resultados más eficientes pero de carácter numérico fueron registrados en las parcelas fertilizadas con mayores niveles de vermicompost.

Lo que es corroborado con las apreciaciones de Tineo, A, (2004), quien indica que los abonos orgánicos como es el caso del vermicompost son sustancias que se añaden al suelo para favorecer el crecimiento vegetal, aumentar la producción, mejorar la calidad de la planta elevar el número de tallos, etc, ya que el uso de compost puede contribuir significativamente a mantener y mejorar la fertilidad del suelo. Es un abono de alta calidad y rico en nutrientes es el humus de lombriz (también conocido como vermicompost, del latín: vermis = gusano). Este sustrato negro es el producto de embargo de carácter numérico se reporta los resultados más eficientes al trabajar con la descomposición de la materia

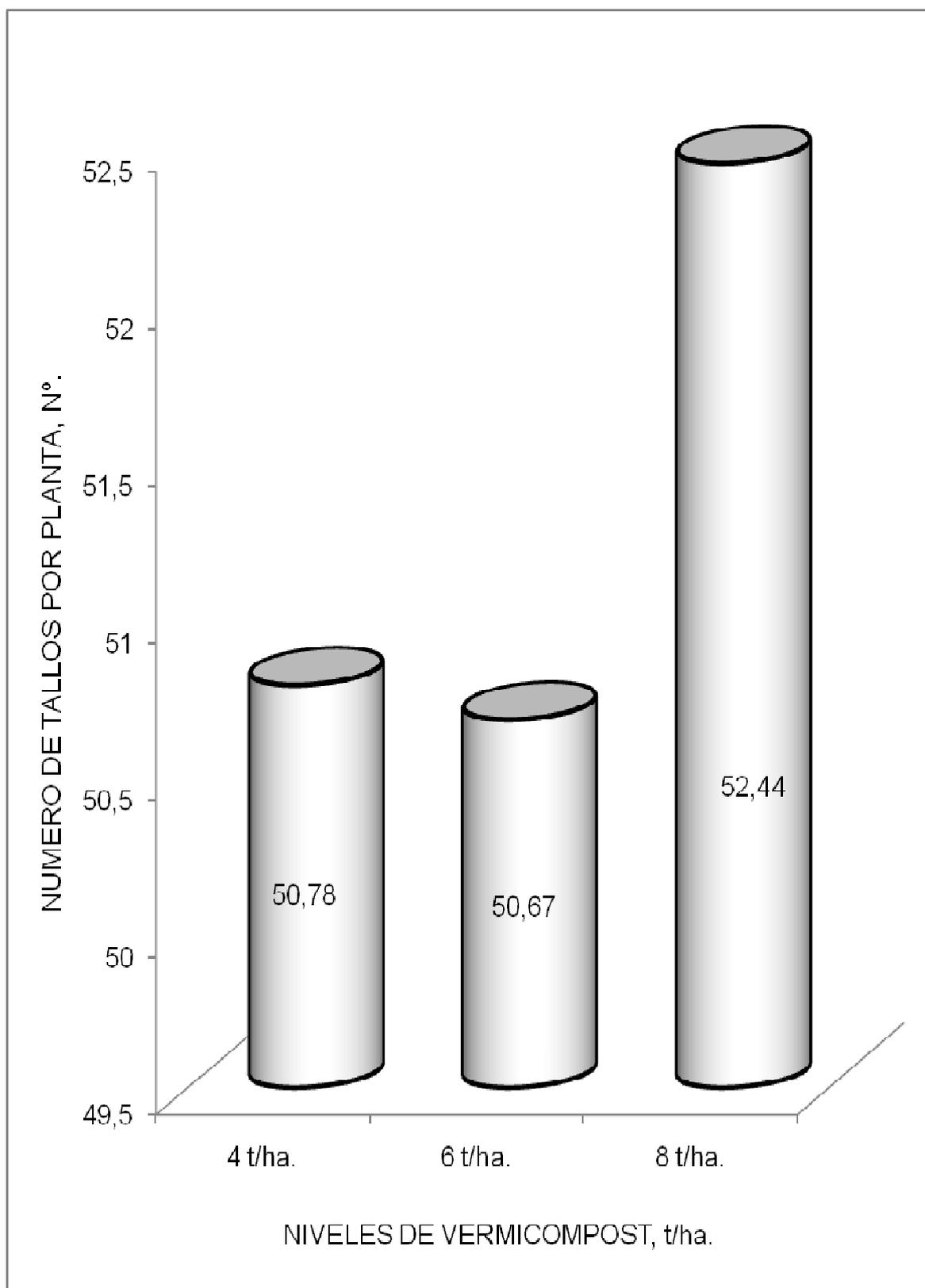


Gráfico 25. Número de tallos por planta de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4,6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

orgánica por microorganismos y, en particular por las lombrices, que enriquece el suelo y ayuda al desarrollo fisiológico de las plantas. Las respuestas de Bayas, A. (2003), en su investigación aplicando diferentes fertilizantes orgánicos en la alfalfa reportó un valor medio de 13,19 tallos/planta en el segundo corte al utilizar biol, mientras que abonando a las parcelas con bokashi logró un promedio de 9,03 tallos/planta; Cordovez, M. (2009), quien al realizar la evaluación de diferentes niveles y tiempos de aplicación del abono orgánico bokashi en la producción de forraje de la alfalfa (*Medicago sativa*)” en el segundo corte reporta en las parcelas a las que se aplicó 5 t/ha, de bokashi a los 5 días post corte, el mayor número de tallos ya que el promedio fue de 25,00 tallos/planta, y que son inferiores a los reportes de la presente investigación.

#### **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

El efecto que registra el nivel de giberelinas sobre el número de tallos de la alfalfa, no reporto diferencias estadísticas entre medias sin embargo de carácter numérico se reporta superioridad en las respuestas obtenidas en el as parcelas del tratamiento G1 ( 250 cc/ha), ya que las medias fueron de 52,56 tallos, seguida de los resultados registrados en el tratamiento G2 ( 500 cc/ha), con medias de 51,56 tallos por planta; mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados al trabajar con el tratamiento G3 ( 750 cc/ha), debido a que las medias fueron de 49,78 tallos.

Es decir que las giberelinas en dosis bajas influyen numéricamente sobre la producción de tallos por planta en la alfalfa lo que es corroborado con las apreciaciones de Escalante, M. (2005), quien señala que la aplicación comercial de hormonas en la agricultura está muy enfocado a promover el crecimiento vegetativo de los frutos, raíz, tallo, etc, por lo que las giberelinas han sido los compuestos más comunes , la razón de ello es de que su efecto es rápido, consistente y de amplio espectro en cuento a especies y/o órganos , además de ser accesible económicamente.

## 8. Numero de hojas por tallo

### a. Por efecto del nivel de vermicompost

La aplicación de diferentes niveles de vermicompost sobre la variable número de hojas por tallo de la alfalfa reporto diferencias estadísticas entre medias por lo que la separación de medias establece los resultados más altos al trabajar con 8 t/ha, de vermicompost, cuyas medias fueron de 115,83 hojas por tallo y que desciende a 107,32 hojas al utilizar una fertilización con 4 t/ha, de vermicompost mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados al utilizar 6 t/ha, de vermicompost cuyas medias fueron de 103,16 hojas, como se ilustra en el gráfico 26; Resultados que infieren que la aplicación de mayores niveles de vermicompost favorecen la población de hojas de la alfalfa que al ser una especie destinada al pastoreo, es de gran importancia para cubrir las necesidades de alimento para las especies zootécnicas. Según <http://www.digibug.ugr.es>(2013), el vermicompostaje es el proceso basado en la descomposición natural por medio de la bioxidación y estabilización de la materia mediado por la acción combinada de lombrices y microorganismos como son los hongos, bacterias actinomicetos, levaduras, entre otros, esta biotransformación aprovecha la actividad de ciertas especies de lombrices las cuales aceleran la descomposición y humificación de la materia orgánica aumentando el contenido de nutrientes que van a enriquecer el suelo y por ende producir la multiplicación del follaje, ya que al producirse el vermicompost parte de la fracción orgánica de los residuos iniciales se mineraliza y la parte residual tiende a humificarse por lo que los niveles de ácidos húmicos aumenta entre 20 y 60%.

Respuestas que son superiores al ser comparadas con los resultados de Garcés, S. (2011), quien al realizar la evaluación de diferentes niveles de abono orgánico sólido potencializado con trichoderma en la producción forrajera de *Medicago sativa* estableció el mayor número de tallos para el tratamiento con APSPT5, ya que las medias fueron de 52.33 hoja/tallo. En los estudios realizados por Tenorio, C. (2011), al colocar en las parcelas de alfalfa *Medicago sativa* un tratamiento de 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti* más vermicompost obtuvo 52.17 hojas/tallo.

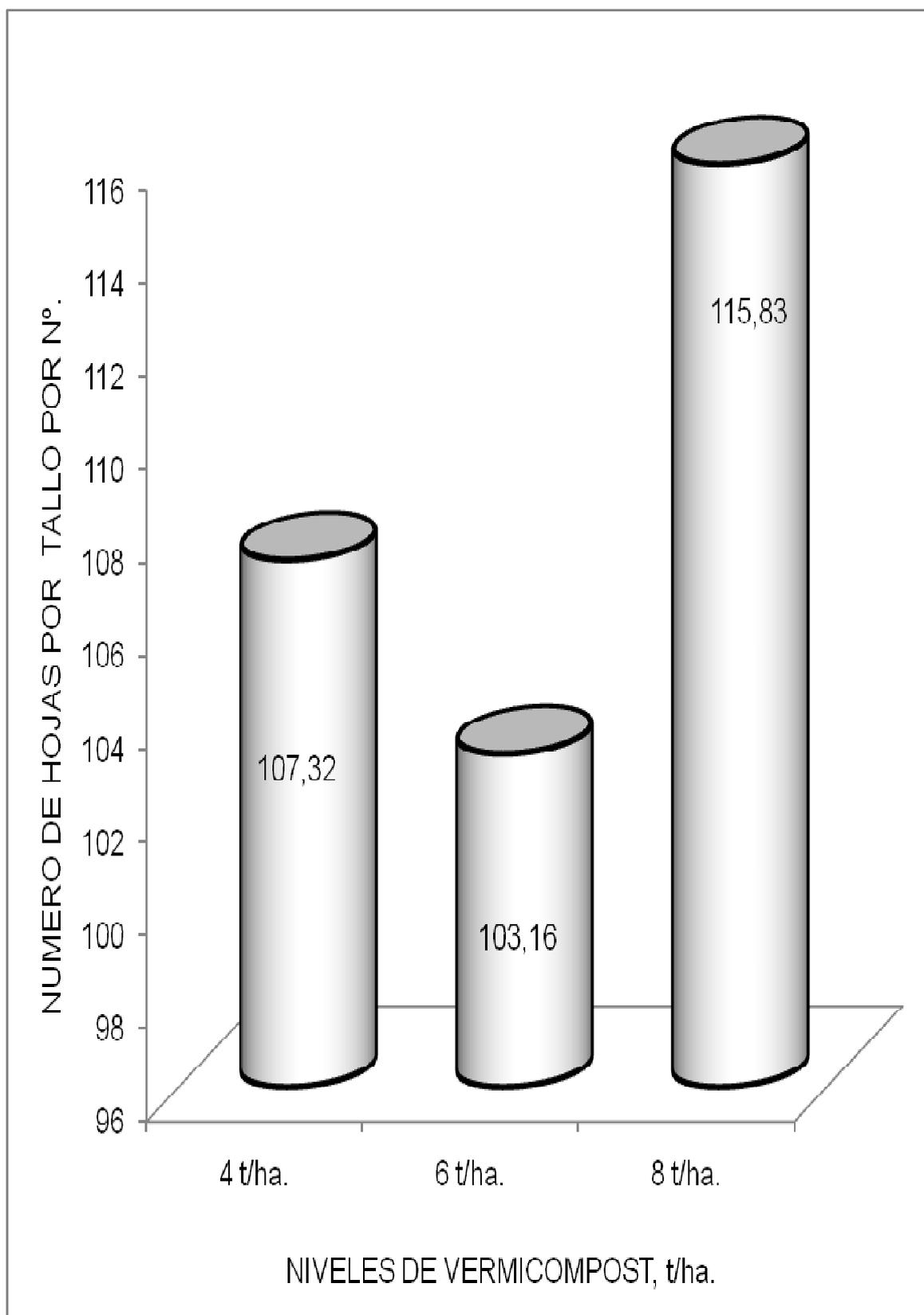


Gráfico 26. Número de hojas por tallo de la alfalfa *Medicago sativa*, en el segundo corte bajo el efecto de diferentes dosis (4, 6, y 8 t/ha.) de vermicompost.

## **b. Por efecto del nivel de giberelinas**

La variable número de hojas por tallo de la alfalfa (*Medicago sativa*), en el segundo corte, no reporto diferencias estadísticas entre medias por efecto de la aplicación de diferentes niveles de giberelinas, sin embargo de carácter numérico se reporta superioridad al trabajar con el tratamiento G2 ( 500 cc/ha), cuyas medias fueron de 110,91 hojas por tallo; y que desciende a 110,72 hojas/tallo en las parcelas del tratamiento G1 ( 250 cc/ha.), mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados con la aplicación del tratamiento G3 ( 750 cc/ha), ya que las medias fueron de 104,68 hojas/tallo; resultados que son un indicativo que las dosis de giberelinas aplicadas no influyen directamente sobre la cantidad de hojas talla de la alfalfa sin embargo las pequeñas diferencias registradas de carácter numérico hacen suponer que la giberelina entre las funciones fisiológicas influyen en la iniciación floral, y el incremento del número de hojas tallo.

Realizando un análisis general se infiere que el vermicompost es el factor que influye directamente sobre la variable número de hojas por tallo y que la potencialización con dosis diferentes de giberelinas no se afecta directamente a esta variable sin embargo, es necesario evaluar el efecto de estas fitohormonas en posteriores cortes para demostrar su efecto benéfico sobre el desarrollo de la planta. Lo que es corroborado según <http://www.mortaldna.com>.(2013), una hormona vegetal es una sustancia natural (es sintetizada por la propia planta) que a baja concentración (del orden de micro o nano molar) promueve, inhibe o modifica cuantitativamente el crecimiento o cualitativamente el desarrollo pudiendo actuar en una zona separada del lugar de su síntesis. Los efectos de las giberelinas sobre el crecimiento no se observan en las plantas altas, pero sí en las plantas de pequeño tamaño o con desarrollo en roseta. También se encargan de estimular la mitosis, por lo que se puede decir que las giberelinas favorecen los dos aspectos del crecimiento: aumento del número de células y aumento del tamaño de éstas, lo que influye sobre la multiplicación del número de hojas en la alfalfa.

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

En el análisis químico del suelo antes y después de la adición del fertilizante vermicompost potenciado con giberelinas a diferentes dosis, se puede ver claramente que los suelos presentaron un contenido de nitrógeno total de 0,09% en el análisis inicial, y que se elevó a 0,10% después de la aplicación del fertilizante orgánico; recordando que el nitrógeno es un elemento que da vigor a las plantas y abundancia de hojas. El comportamiento del fósforo en el suelo fue similar ya que de un análisis inicial de 601,39 mg/Kg, se incrementa a 675,98 mg/Kg, teniéndose en consideración que abonar con un fertilizante rico en Fósforo enterrándolos ligeramente para que queden más cerca de las raíces, ya que tiene poca movilidad en el suelo. En el caso del potasio se puede ver que el comportamiento fue diferente ya que de un análisis inicial de 627,19 mg/Kg, descendió a 550,98 mg/Kg, recordando que el potasio Favorece la formación de hidratos de carbono (patata, remolacha y frutos en general). Aumenta el peso de granos y frutos, haciéndolos más ricos en azúcar y zumos. Favorece el desarrollo de las raíces. Equilibra el desarrollo de las plantas haciéndolas más resistentes frente a heladas, plagas y enfermedades.

En referencia a la materia orgánica, su presencia a lo largo de toda la investigación fue relativamente media (0,72% antes), llegando a finalizar con un promedio de 1,09 % al aplicar el fertilizante orgánico; esto indicaría que la absorción del fertilizante fue efectiva. Este análisis nos lleva a determinar que el abono orgánico vermicompost funciona adecuadamente en las plantas, así como también en el estado nutricional del suelo es decir en su composición química ya que al elevarse los contenidos de los elementos analizados es un indicativo de que su calidad mejoró; entonces por demás está resaltar la importancia de la utilización de vermicompost en los suelos.

En referencia a estudios realizados por Bayas, A. (2003), quién fertilizó alfalfa con diferentes biofertilizantes sólidos y líquidos en nuestra localidad (Riobamba), indica el análisis químico del suelo antes de la aplicación orgánica presentó los suelos pobres en nitrógeno y fósforo; mientras que el contenido de potasio fue

alto. Luego de la investigación el análisis del suelo reporta mejores condiciones de la composición química, es así que el contenido de nitrógeno subió desde 0.0005 % hasta 0.001 % en suelos fertilizados con bokashi; en el caso del fósforo igualmente se incrementó su contenido en casi todos los sustratos hasta 0.003 % desde 0.0002%; por otro lado el potasio por el contrario se estableció su contenido en el suelo luego de la aplicación, puesto que desde 0.125% se encontró en un 0.06% en suelos abonados con bokashi. Con respecto al porcentaje de materia orgánica fue baja a lo largo de toda la investigación (3.0 % antes) y finaliza con 1.8 %.

## **E. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

La utilización del abono orgánico vermicompost, en niveles de 4,6 y 8 t/ha, potenciado con giberelinas en diferentes dosis (250 cc/ha; 500 cc/ha, y 750 cc/ha.), en el cultivo de alfalfa permitió tener rendimientos económicos de 1,70 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 70% que es elevado debido principalmente a que los abonos orgánicos en relación a los fertilizantes químicos tienen un costo muy bajo y con beneficios similares; luego se ubicó los resultados reportados en las parcelas del tratamiento T2 (6 t/ha, de vermicompost), ya que el beneficio costo fue de 1,60 0 lo mismo que es decir el 60% de rentabilidad en los dos cortes; mientras tanto que las rentabilidades más bajas fueron registradas por las plantas del tratamiento T1 (4 t/ha, de vermicompost), cuya rentabilidad fue del 50% es decir la relación beneficio costo fue de 1,50.

Estableciéndose por consiguiente que a pesar de que en el comportamiento del pasto, las diferencias no son bien marcadas, especialmente en el segundo corte económicamente se obtiene mejores respuestas cuando se utilizó la dosis de 8 t/ha, de vermicompost, en praderas de alfalfa destinadas a la producción de forraje comprobándose que estos fertilizantes ayudan a mantener la fertilidad de los suelos por su efecto residual en otros cortes lo que garantiza la eficiencia en la productividad de la alfalfa en el tiempo.

En el cuadro 10, se expone el análisis económico de la alfalfa bajo el efecto de la utilización de vermicompost.

Cuadro 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS EN LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DE ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA*).

CONCEPTO			NIVELES DE VERMICOMPOST MAS GIBERELINAS		
			T1	T2	T3
Costo Abono orgánico	Kg		350,4	423,6	484,8
Costo giberelinas			23,15	34,5	40,25
Labores	Horas	40	200	100	100
Preculturales	Tractor	20	150,0	150,0	150,0
Labores culturales	Jornal	60	180,0	140,0	140,0
Cosecha	Jornal	180	180,0	180,0	180,0
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>			<b>1103,6</b>	<b>1028,1</b>	<b>1095,1</b>
<b>INGRESOS</b>					
Producción	t/ha		33,6	33,5	37,0
Precio	Tn	50	50,0	50,0	50,0
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>			<b>1681,5</b>	<b>1676,5</b>	<b>1850,0</b>
<b>B/Costo</b>			<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,7</b>

Fuente: Correa, S. (2013).

## V. CONCLUSIONES

- La aplicación de los diferentes niveles de vermicompost en la alfalfa, afectaron estadísticamente su comportamiento productivo, en el primer corte ya que se encontraron mejores respuestas, con la utilización de 8 t/ha, de vermicompost (T3), específicamente para cobertura basal (45,07%); producción de forraje verde (16,87 t/FV/ha/corte), número de tallos por planta (51,33 tallos), y número de hojas por tallo (117,43hojas).
- En el segundo corte las plantas de alfalfa que recibieron la aplicación de diferentes niveles de vermicompost, no afectaron estadísticamente su comportamiento productivo, aunque numéricamente se encontraron mejores respuestas en la altura de la planta (106,10 cm); producción de forraje verde (17,32 t/FV/ha/corte), número de tallos por planta (52,44 tallos), y número de hojas por tallos (115,83 hojas), al utilizar el tratamiento T3.
- La aplicación de diferentes dosis de giberelinas no afectó estadísticamente los resultados en los dos cortes de evaluación sin embargo las mejores respuestas fueron registradas con la aplicación de 250 cc/ha, de giberelinas (G1), especialmente en altura a la planta que en el primer corte fue de 108,63 cm y en el segundo corte de 104,39 cm y la producción de forraje verde ya que en el primer corte fue de 16,84 t/FV/ha/corte; y en el segundo corte de 17,59 t/FV/ha/corte.
- El análisis económico se ratifica que resulta más rentable utilizar niveles de 8 t/ha, de vermicompost por cuanto se alcanzó un beneficio costo de 1,70 rentabilidad que son altas considerando las determinadas en la alfalfa al aplicar otro tipo de abono, y sobre todo se preserva el medio ambiente al reemplazar la fertilización química que contamina el suelo y lo vuelve estéril por una alternativa muy eficiente como es la fertilización orgánica con vermicompost.

## VI. RECOMENDACIONES

- Aplicar en las parcelas de *Medicago sativa* (alfalfa), 8 t/ha, de vermicompost sobre la planta, por cuanto se obtuvo una mayor cantidad de forraje verde por corte, mejoró la calidad de suelo, lo que garantizará obtener rentabilidades económicas que beneficien a los productores y ganaderos.
- Aplicar dosis más bajas de giberelinas que las investigadas en el presente trabajo (250 cc/ha), para determinar su efecto sobre la producción forrajera de la alfalfa, y de esa manera, potenciar la fertilización orgánica con el fin de obtener mejores beneficios de la alfalfa.
- Difundir el uso de los abonos orgánicos como es el caso del vermicompost, en nuestro medio ya que de acuerdo a los resultados obtenidos constituyen en una alternativa viable, ya que se alcanzan buenos rendimientos tanto productivos como económicos, fomentando un desarrollo ecológico sustentable del sector agropecuario.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ANDRADE, J. 2010. Evaluación de dos sistemas y tres distancias de siembra del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la localidad de Chalguayacu, cantón Cumanda provincia de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 24 – 26.
2. ARAGADVAY, R. 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*. Tesis de grado Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 44 – 46.
3. ARIAS, C. 2007. Estudio de 2 grupos de microorganismos como agentes aceleradores de descomposición de los desechos sólidos orgánicos originados en los Comederos de ESPOL, Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, Guayaquil Ecuador. Edit ESPOL. pp 18 - 37.
4. ARANDA, D. 2005. Manejo de las lombrices para la producción de abono orgánico de la pulpa del café. 1a ed. Jalapa, México. Edit. FIMOICAFE. pp. 10, 20, 43, 49,63.
5. COOKE, G. 2006. Fertilización para rendimientos máximos sn. México, México. Editorial Continental. pp 454-455.
6. 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.
7. BENZING, A. 2001. Agricultura orgánica: Fundamentos para la región andina. 1a ed. Alemania. Edit. Neckar Verlag. pp. 135 – 145.

8. BRÜCKNER, B. 2001. The Gibberellin Fermentation. Critical Reviews in Biotechnology 1a. ed. Texas, Estados Unidos. Edit Liberty. pp. 163-192
9. BOLLO, E. 2006. "Principales forrajes para la alimentación Ganadera en Colombia", Nariño, Colombia. Edit. Méndez. pp. 322 - 351.
10. CANGIANO, C. 2001. Alfalfa la reina de las forrajeras. 1a ed. Buenos aires Argentina. Edit LIMUSA. pp. 61 -69.
11. CHACON, D. 2011. "Evaluación de diferentes niveles de abono foliar (biol) en la producción de forraje del *Medicago sativa*, en la Estación Experimental Tunshi. Tesis de gradoFacultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 44 – 46.
12. CHÁVEZ. E. 2010. Evaluación de diferentes niveles de enraizador más humus de lombriz en la alfalfa (*Medicago sativa*)". Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 55 -67.
13. CORDOVEZ, M. 2009. "Evaluación de diferentes niveles y tiempos de aplicación del abono orgánico bokashi en la produccion de forraje de la alfalfa (*Medicago sativa*)". Tesis de gradoFacultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp 44 – 46.
14. ESCALANTE, M. 2005. Acumulación de biomasa aérea en rebrotes de alfalfa en Balcarse. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Balcarse. Facultad de ciencias Agrarias. Universidad Nacional El Rosario. Buenos Aires - Argentina. pp. 42 - 50.

15. ESPIN, R. 2011. "evaluación de diferentes niveles de fertilización foliar agro hormonas en la producción primaria forrajera de *Medicago sativa* (alfalfa) en la Estación Experimental Tunshi" Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 65 – 73
16. SAN SALVADOR. FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA LA PROMOCIÓN SOCIAL Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (FUNSALPRODESE). 2000. Establecimiento, manejo y aplicación de abono orgánico. Archivo de Internet .pdf.
17. GRAEBE, J. 2007. Gibberellin biosynthesis and control. 1a ed. Texas, Estados Unidos Edit. Rev. Plant Physiol. pp 419-465.
18. GARCES, S 2011. Evaluación de diferentes niveles de abono orgánico sólido potencializado con trichoderma en la producción forrajera de *Medicago sativa*, (alfalfa) en la Estación Experimental Tunshi. Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 65 – 73.
19. HEREDIA, A. 2011. Evaluación del comportamiento forrajero del *Medicago sativa* bajo la aplicación de diferentes niveles de micorrizas y abono orgánico bovino. Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 69 – 79.
20. <http://es.wikipedia.org>. 2012 Allieri, L. estudio de la producción de alfalfa fertilizada orgánicamente.

21. <http://www.fundmcch.com.ec>. 2012. Arroyave H. Clasificación de las hormonas vegetales.
22. <http://www.proamazonia.gob.pe>. 2012. Barois, I. Origen y composición química de la alfalfa
23. <http://www.monografias.com>. 2012. Cervantes, M. Características y datos botánicos de la alfalfa.
24. <http://www.dspace.espol.edu.ec>. 2012, Cerón J. Exigencias del cultivo y cosecha de la alfalfa.
25. <http://www.proamazonia.gov.pe.com>. 2007. Díaz, M. plagas y enfermedades de la alfalfa.
26. <http://www.agrobit.com>. 2012. Frank, W. propiedades de los abonos orgánicos para fertilizar el suelo.
27. <http://www.viarural.com.ar>. 2012. Fuentes, D. Propiedades físicas y químicas de la alfalfa.
28. <http://www.geocities.com>. 2012. Gómez H. Ventajas y desventajas de la aplicación de los abonos orgánicos.
29. <http://www.infoagro.com>. 2012. González, A. Importancia de los abonos orgánicos.
30. <http://www.es.wikipedia.org>. 2012. Granados, R. Usos de los abonos orgánicos para la producción de la alfalfa.
31. <http://www.es.wikipedia.org>. 2012. Haza, I. Generalidades del vermicompost.

32. [www.wikilearning.com](http://www.wikilearning.com). 2012. Jones, W. Las hormonas vegetales en el desarrollo y comportamiento de las plantas.
33. <http://www.infoagro.com>. 2012. Mazzani B. Funciones y características de las giberelinas.
34. <http://wwwes.scribd.giberelinacom>. 2012. Mendoza, L. Sitio de síntesis de las giberelinas.
35. <http://www.abcagro.com>. 2012. Peralta, M. Modo de acción y usos de las giberelinas en la agricultura.
36. <http://www.geocities.com>. 2012. Pérez, J. Germinación de las semillas y crecimiento vegetativo de la alfalfa.
37. <http://www.biocity.iespana.com>. 2012. Puyol, G. Las hormonas vegetales como afectan el desarrollo de las plantas.
38. <http://www.emison.com>. 2012. Rivadeneira, P. Propiedades del Vermicompost.
39. <http://www.mailxmail.com>. 2012. Román, M. Enfermedades más comunes de la alfalfa.
40. <http://www.proamazonia.gov.pe>. 2007. Tellez, V. Metodología de los abonos.
41. <http://wwwes.wikipedia.giberelinas.org>. 2012 Valarezo, J. Mecanismo de acción de las Giberelinas.
42. <http://www.infojardin.com>. 2012. Veloz, M. Beneficios de la utilización del Vermicompost.
43. <http://www.dobleu.com>. 2012. Zambrano, M. Generalidades de los abonos orgánicos.

44. <http://www.infojardin.com>. 2012. Zavala, M. Perjuicios en la aplicación de los abonos.
45. LOPEZ, A. 2011. "Evaluación de diferentes niveles de vinaza aplicados basalmente en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa). Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 55 – 72.
46. MUSLERA, E. 2001. Pastos y Forrajes. Málaga -España. Editorial Edmundo. pp. 29 - 56.
47. PUETATE, F. 2009. Evaluación de diferentes fertilizantes orgánicos en la producción de forraje y semilla de *Poa palustris* en la estación Agroturística Tunshi. Tesis de Grado. EIZ.FCP-ESPOCH-Riobamba, Ecuador. pp. 4-17.
48. SANCHEZ, L. 2005. Guía del agricultor. 2a ed. Barcelona, España Edit. AEDOS. pp.43.
49. TENORIO, C, (2011), Evaluación de diferentes niveles de rhizobium meliloti más la adición de vermicompost en la producción de forraje del *medicago sativa* (alfalfa). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 84 - 93.
50. RODRÍGUEZ, P. 2009. Agricultura Orgánica y Biofertilización. Curso para Maestros. 1a ed. Granma, Cuba. Edit. Universidad de Granma. pp. 43-44
51. RODRÍGUEZ, F. 2000. Agricultura Frutales y Hortalizas. Curso para Maestría. 1a ed. Granma, Cuba. Edit. Universidad de Granma. pp. 44 – 55.
52. ROJAS. C. 2011. Evaluación de diferentes niveles de biol en la producción primaria de una mezcla forrajera alfalfa *Medicago sativa* Y

raygrass *Lolium perenne* en la estación experimental tunshi . Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 38-59.

53. RIVASTAVA, L. 2002. Crecimiento y desarrollo de las Plantas: hormonas y ambiente natural. Amsterdam: Academic Press. pp 140 - 143.
- SHINTANI, M. 2000. Bokashi (Abono Orgánico Fermentado), Limón, Costa Rica. Edit. Earth. pp. 10 - 18.
  
54. TRINIDAD, A. 2008. Abonos orgánicos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SEGARPA), México D.F. México. Edit Gineseo. pp 34 – 45.
  
55. TREJO, V. 1994. Procesamiento de la basura urbana. 3a ed. México, México D.F. Edit. TRILLAS. pp. 74 - 89.
  
56. TINEO, A. 1994. Crianza y manejo de lombrices de tierra con fines agrícolas. sn. Madrid, España. Edit. LIMUSA. pp 45 - 51.
  
57. TERRANOVA, E. 2001, Enciclopedia Agropecuaria Ecológica. 2a ed. Bogotá, Colombia. Edit. KLimonar. pp. 12 - 29.
  
58. VÁZQUEZ, J. 2001. Fertilización de la alfalfa (*Medicago sativa*) en el cantón Riobamba. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 26-64.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Análisis estadístico de los días a la prefloración en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250	39	40	38
4 t/ha.	500	38	38	41
4 t/ha.	750	40	40	40
6 t/ha.	250	41	39	37
6 t/ha.	500	35	38	37
6 t/ha.	750	40	41	40
8 t/ha.	250	35	37	38
8 t/ha.	500	38	38	39
8 t/ha.	750	36	37	36

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER	0,05	0,01	Prob	Sign
				TAB				
Total	26	80,30	3,09					
Bloques	2	2,07	1,04	0,66	3,63	6,23	0,5319	ns
Factor A	2	23,41	11,70	7,41	3,63	6,23	0,0053	**
Factor B	2	3,85	1,93	1,22	3,63	6,23	0,3213	ns
Int A*B	4	25,70	6,43	4,07	3,96	6,23	0,0183	*
Error	16	25,26	1,58					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.		
8t/ha.	37,11	9	0,42	A	
6t/ha.	38,67	9	0,42	B	
4t/ha.	39,33	9	0,42	B	

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
500 cc/Ha.	38,00	9	0,42	A
250 cc/Ha.	38,22	9	0,42	A
750 cc/Ha.	38,89	9	0,42	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
4 t/ha.	750	36,33	3	0,73	A
4 t/ha.	500	36,67	3	0,73	AB
4 t/ha.	250	36,67	3	0,73	AB
6 t/ha.	500	38,33	3	0,73	ABC
6 t/ha.	500	39	3	0,73	ABC
6 t/ha.	250	39	3	0,73	ABC
8 t/ha.	250	39	3	0,73	ABC
8 t/ha.	750	40	3	0,73	BC
8 t/ha.	750	40,33	3	0,73	C

5. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	2,47	2,47	18,75	0,14
Residuos	1	0,13	0,13		
Total	2	2,60			

Anexo 2. Análisis estadístico de la cobertura basal en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250	41	43,6	46,8
4 t/ha.	500	40,2	43,4	42,8
4 t/ha.	750	45,6	43,6	42,4
6 t/ha.	250	45,2	42,8	42,8
6 t/ha.	500	43,2	41	45
6 t/ha.	750	45,4	44,8	46,2
8 t/ha.	250	42,8	48	44,4
8 t/ha.	500	42,8	43,4	47,6
8 t/ha.	750	48	45,2	43,4

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER	0,05	0,01	Prob	Sign
				TAB				
Total	26	110,65	4,26					
Bloques	2	3,18	1,59	0,33	3,63	6,23	0,72	ns
Factor A	2	14,67	7,33	1,54	3,63	6,23	0,24	ns
Factor B	2	12,85	6,42	1,35	3,63	6,23	0,294	ns
Int A*B	4	3,77	0,94	0,20	3,96	6,23	0,94	ns
Error	16	76,18	4,76					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
4T/ha.	43,27	9	0,73	A
6 T/ha.	44,04	9	0,73	A
8T/ha.	45,07	9	0,73	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
500 cc/Ha.	43,27	9	0,73	A
250 cc/Ha.	44,16	9	0,73	A
750 cc/Ha.	44,96	9	0,73	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
4 t/ha.	500	42,13	3	1,26	A
4 t/ha.	500	43,07	3	1,26	A
4 t/ha.	250	43,6	3	1,26	A
6 t/ha.	250	43,8	3	1,26	A
6 t/ha.	750	43,87	3	1,26	A
6 t/ha.	500	44,6	3	1,26	A
8 t/ha.	250	45,07	3	1,26	A
8 t/ha.	750	45,47	3	1,26	A
8 t/ha.	750	45,53	3	1,26	A

Anexo 3. Análisis estadístico de la cobertura aérea en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250	81,2	81,6	79,4
4 t/ha.	500	85	77,2	81,6
4 t/ha.	750	78,2	86,2	82,6
6 t/ha.	250	71,2	75,4	82,8
6 t/ha.	500	81,6	79	83,4
6 t/ha.	750	85,2	82	73,8
8 t/ha.	250	88,6	85,6	83
8 t/ha.	500	65,6	85,8	81,6
8 t/ha.	750	73	78,2	77,6

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER	0,05	0,01	Prob	Sign
				TAB				
Total	26	693,60	26,68					
Bloques	2	27,68	13,84	0,50	3,63	6,23	0,6169	ns
Factor A	2	20,86	10,43	0,38	3,63	6,23	0,6931	ns
Factor B	2	8,30	4,15	0,15	3,63	6,23	0,8626	ns
Int A*B	4	191,97	47,99	1,73	3,96	6,23	0,1934	ns
Error	16	444,80	27,80					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
6T/ha.	79,38	9	1,76	A
8T/ha.	79,89	9	1,76	A
4 T/ha.	81,44	9	1,76	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
750 cc/Ha.	79,64	9	1,76	A
5000 cc/Ha.	80,09	9	1,76	A
250 cc/Ha.	80,98	9	1,76	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
4 t/ha.	750	76,27	3	3,04	A
4 t/ha.	250	76,47	3	3,04	A
4 t/ha.	500	77,67	3	3,04	A
6 t/ha.	750	80,33	3	3,04	A
6 t/ha.	250	80,73	3	3,04	A
6 t/ha.	500	81,27	3	3,04	A
8 t/ha.	500	81,33	3	3,04	A
8 t/ha.	750	82,33	3	3,04	A
8 t/ha.	250	85,73	3	3,04	A

Anexo 4. Análisis estadístico de la altura de la planta en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas ..

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250	105,38	107,25	116,00
4 t/ha.	500	104,00	108,25	101,13
4 t/ha.	750	104,75	114,50	103,88
6 t/ha.	250	108,50	102,13	107,00
6 t/ha.	500	100,50	103,25	105,00
6 t/ha.	750	102,25	104,63	103,75
8 t/ha.	250	112,88	110,50	108,00
8 t/ha.	500	101,25	102,50	103,50
8 t/ha.	750	106,50	107,13	107,00

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER			Prob	Sign
				TAB	0,05	0,01		
Total	26	410,28	15,78					
Bloques	2	11,44	5,72	0,46	3,63	6,23	0,638	ns
Factor A	2	48,91	24,46	1,97	3,63	6,23	0,171	ns
Factor B	2	129,39	64,70	5,22	3,63	6,23	0,0179	*
Int A*B	4	22,34	5,59	0,45	3,96	6,23	0,7701	ns
Error	16	198,20	12,39					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
6T/ha.	104,11	9	1,17	A
8T/ha.	106,58	9	1,17	A
4 T/ha.	107,24	9	1,17	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
500 cc/Ha.	103,26	9	1,17	A
750 cc/Ha.	106,04	9	1,17	AB
250 cc/Ha.	108,63	9	1,17	B

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
4 t/ha.	500	102,42	3	2,03	A
4 t/ha.	500	102,92	3	2,03	A
4 t/ha.	750	103,54	3	2,03	A
6 t/ha.	500	104,46	3	2,03	A
6 t/ha.	250	105,88	3	2,03	A
6 t/ha.	750	106,88	3	2,03	A
8 t/ha.	750	107,71	3	2,03	A
8 t/ha.	250	109,54	3	2,03	A
8 t/ha.	250	110,46	3	2,03	A

Anexo 5. Análisis estadístico de la producción en forraje verde en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250	15,00	17,73	16,73
4 t/ha.	500	15,00	17,73	17,50
4 t/ha.	750	15,14	16,82	17,18
6 t/ha.	250	15,91	17,09	17,64
6 t/ha.	500	14,55	17,27	15,91
6 t/ha.	750	14,09	16,82	18,14
8 t/ha.	250	16,82	17,05	17,59
8 t/ha.	500	17,73	16,36	17,68
8 t/ha.	750	15,45	15,68	17,50

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER	0,05	0,01	Prob	Sign
				TAB				
Total	26	33,35	1,28					
Bloques	2	16,23	8,12	10,51	3,63	6,23	0,0012	**
Factor A	2	1,15	0,58	0,75	3,63	6,23	0,4931	ns
Factor B	2	1,26	0,63	0,82	3,63	6,23	0,4579	ns
Int A*B	4	2,35	0,59	0,76	3,96	6,23	0,5665	ns
Error	16	12,35	0,77					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
6T/ha.	16,38	9	0,29	A
4T/ha.	16,54	9	0,29	A
8T/ha.	16,87	9	0,29	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
750 cc/Ha.	16,31	9	0,29	A
500 cc/Ha.	16,64	9	0,29	A
250 cc/Ha.	16,84	9	0,29	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
4 t/ha.	500	15,91	3	0,51	A
4 t/ha.	750	16,21	3	0,51	A
4 t/ha.	750	16,35	3	0,51	A
6 t/ha.	750	16,38	3	0,51	A
6 t/ha.	250	16,49	3	0,51	A
6 t/ha.	500	16,74	3	0,51	A
8 t/ha.	250	16,88	3	0,51	A
8 t/ha.	250	17,15	3	0,51	A
8 t/ha.	500	17,26	3	0,51	A

Anexo 6. Análisis estadístico de la producción en materia seca en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250	31,66	37,41	35,30
4 t/ha.	500	32,24	38,11	37,62
4 t/ha.	750	27,52	30,58	31,24
6 t/ha.	250	30,94	33,24	34,30
6 t/ha.	500	28,11	33,38	30,75
6 t/ha.	750	27,81	33,19	35,79
8 t/ha.	250	32,26	32,70	33,75
8 t/ha.	500	32,77	30,25	32,69
8 t/ha.	750	29,50	29,93	33,40

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER			Prob	Sign
				TAB	0,05	0,01		
Total	26	206,20	7,93					
Bloques	2	64,32	32,16	10,49	3,63	6,23	0,0012	**
Factor A	2	15,14	7,57	2,47	3,63	6,23	0,1159	ns
Factor B	2	30,69	15,34	5,01	3,63	6,23	0,0203	**
Int A*B	4	47,01	11,75	3,83	3,96	6,23	0,0225	**
Error	16	49,05	3,07					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
8 T/ha.	31,92	9	0,58	A
6 T/ha.	31,95	9	0,58	A
4 T/ha.	33,52	9	0,58	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
750 cc/Ha.	31,00	9	0,58	A
500 cc/Ha.	32,88	9	0,58	AB
250 cc/Ha.	33,51	9	0,58	B

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
4 t/ha.	750	29,78	3	1,01	A
4 t/ha.	500	30,75	3	1,01	A
4 t/ha.	750	30,94	3	1,01	AB
6 t/ha.	500	31,9	3	1,01	AB
6 t/ha.	750	32,26	3	1,01	AB
6 t/ha.	250	32,83	3	1,01	A B
8 t/ha.	250	32,9	3	1,01	AB
8 t/ha.	250	34,79	3	1,01	A B
8 t/ha.	500	35,99	3	1,01	B

5. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3,15	3,15	12,10	0,18
Residuos	1	0,26	0,26		
Total	2	3,41			

Anexo 7. Análisis estadístico número de tallos por planta en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250	47,13	50,63	46,25
4 t/ha.	500	53,63	42,38	60,63
4 t/ha.	750	46,38	54,75	39,13
6 t/ha.	250	34,38	54,00	42,75
6 t/ha.	500	48,38	34,88	60,13
6 t/ha.	750	48,00	52,63	45,13
8 t/ha.	250	62,38	58,88	68,63
8 t/ha.	500	45,88	53,38	41,63
8 t/ha.	750	42,00	44,13	45,00

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER			Prob	Sign
				TAB	0,05	0,01		
Total	26	1816,00	69,85					
Bloques	2	28,36	14,18	0,24	3,63	6,23	0,7595	ns
Factor A	2	96,26	48,13	0,82	3,63	6,23	0,4592	ns
Factor B	2	127,34	63,67	1,08	3,63	6,23	0,3671	ns
Int A*B	4	623,64	155,91	2,65	3,96	6,23	0,073	ns
Error	26	1816,00	69,85					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
6T/ha.	46,67	9	2,58	A
4T/ha.	49	9	2,58	A
8T/ha.	51,33	9	2,58	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
750 cc/Ha.	46,33	9	2,58	A
5000 cc/Ha.	49,00	9	2,58	A
250 cc/Ha.	51,67	9	2,58	A

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
4 t/ha.	250	43,67	3	4,47	A
4 t/ha.	750	43,67	3	4,47	A
4 t/ha.	750	46,67	3	4,47	A
6 t/ha.	500	47	3	4,47	A
6 t/ha.	500	47,67	3	4,47	A
6 t/ha.	250	48	3	4,47	A
8 t/ha.	750	48,67	3	4,47	A
8 t/ha.	500	52,33	3	4,47	A
8 t/ha.	250	63,33	3	4,47	A

Anexo 8. Análisis estadístico número de hojas por tallo en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250	101,50	106,88	102,88
4 t/ha.	500	138,38	111,13	105,75
4 t/ha.	750	102,00	105,63	102,13
6 t/ha.	250	101,00	104,25	107,13
6 t/ha.	500	101,88	99,50	106,00
6 t/ha.	750	101,50	106,13	107,38
8 t/ha.	250	141,38	132,00	140,88
8 t/ha.	500	119,63	116,75	109,50
8 t/ha.	750	101,50	103,75	91,50

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER			Prob	Sign
				TAB	0,05	0,01		
Total	26	4524,66	174,03					
Bloques	2	72,31	36,16	0,71	3,63	6,23	0,5082	ns
Factor A	2	856,93	428,47	8,38	3,63	6,23	0,0032	**
Factor B	2	813,89	406,95	7,96	3,63	6,23	0,004	**
Int A*B	4	1.963,13	490,78	9,60	3,96	6,23	0,0004	**
Error	16	818,39	51,15					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
6T/ha.	103,86	9	2,38	A
4T/ha.	108,48	9	2,38	A
8T/ha.	117,43	9	2,38	B

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
750 cc/Ha	102,39	9	2,38	A
500 cc/Ha	112,06	9	2,38	B
250 cc/Ha	115,32	9	2,38	B

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
8 t/ha.	750	98,92	3	4,13	A
6 t/ha.	500	102,46	3	4,13	A
4 t/ha.	750	103,25	3	4,13	A
4 t/ha.	250	103,75	3	4,13	A
6 t/ha.	250	104,13	3	4,13	A
6 t/ha.	750	105	3	4,13	A
8 t/ha.	500	115,29	3	4,13	A
4 t/ha.	500	118,42	3	4,13	AB
8 t/ha.	250	138,09	3	4,13	B

6. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	40,05125	40,05125	0,72627639	0,55068611
Residuos	1	55,1460167	55,1460167		
Total	2	95,1972667			

Anexo 9. Análisis estadístico de los días a la prefloración en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250 cc/Ha.	37	38	39
4 t/ha.	500 cc/Ha.	37	40	42
4 t/ha.	750 cc/Ha..	41	39	41
6 t/ha.	250 cc/Ha..	40	42	38
6 t/ha.	500 cc/Ha.	37	39	39
6 t/ha.	750 cc/Ha.	38	40	42
8 t/ha.	250 cc/Ha..	36	39	38
8 t/ha.	500 cc/Ha.	39	36	40
8 t/ha.	750 cc/Ha.	37	37	37

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER	0,05	0,01	Prob	Sign
				TAB				
Total	26	84,07	3,23					
Bloques	2	10,96	5,48	2,29	3,63	6,23	0,1339	ns
Factor A	2	17,85	8,93	3,72	3,63	6,23	0,0471	*
Factor B	2	1,41	0,70	0,29	3,63	6,23	0,7496	ns
Int A*B	4	15,48	3,87	1,61	3,96	6,23	0,2192	ns
Error	16	38,37	2,40					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.		
8T/ha.	37,67	9	0,52	B	
4 T/ha.	39,33	9	0,52	A	
6 T/ha.	39,44	9	0,52	A	

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
250. cc/Ha.	38,56	9	0,52	A
500 cc/Ha.	38,78	9	0,52	A
750 cc/Ha.	39,11	9	0,52	A

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
8t/ha.	750 cc/Ha.	37	3	0,8T/ha.9	A
8t/ha.	250 cc/Ha.	37,67	3	0,89	A
4t/ha.	250 cc/Ha.	38	3	0,89	A
8t/ha.	500 cc/Ha.	38,33	3	0,89	A
6t/ha.	500 cc/Ha.	38,33	3	0,89	A
4t/ha.	500 cc/Ha.	39,67	3	0,89	A
6t/ha.	250 cc/Ha.	40	3	0,89	A
6t/ha.	750 cc/Ha.	40	3	0,89	A
4t/ha.	750 cc/Ha.	40,33	3	0,89	A

Anexo 10. Análisis estadístico de la cobertura basal en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250 cc/Ha.	41	43,2	45
4 t/ha.	500 cc/Ha.	40,2	42,8	43,4
4 t/ha.	750 cc/Ha.	45,6	43	40,8
6 t/ha.	250 cc/Ha.	45,2	43	43,6
6 t/ha.	500	43,2	40,4	46
6 t/ha.	750 cc/Ha.	45,4	47,2	45,2
8 t/ha.	250 cc/Ha.	42,8	44,2	42,8
8 t/ha.	500 cc/Ha.	42,8	46,2	45,6
8 t/ha.	750 cc/Ha.	48	44,6	44,4

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER	0,05	0,01	Prob	Sign
				TAB				
Total	26	102,59	3,95					
Bloques	2	0,44	0,22	0,06	3,63	6,23	0,9453	ns
Factor A	2	17,61	8,80	2,28	3,63	6,23	0,1342	ns
Factor B	2	13,50	6,75	1,75	3,63	6,23	0,2053	ns
Int A*B	4	9,34	2,34	0,61	3,96	6,23	0,6642	ns
Error	16	61,70	3,86					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
8 T/ha.	37,11	9	0,42	A
6 T/ha.	38,67	9	0,42	B
4 T/ha.	39,33	9	0,42	B

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
500 cc/Ha.	38	9	0,42	A
250 cc/Ha.	38,22	9	0,42	A
750 cc/Ha.	38,89	9	0,42	A

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
8 t/ha.	750 cc/Ha.	36,33	3	0,73	A
6 t/ha.	500 cc/Ha.	36,67	3	0,73	A
8 t/ha.	250 cc/Ha.	36,67	3	0,73	A
8 t/ha.	500 cc/Ha.	38,33	3	0,73	A
4 t/ha.	500 cc/Ha.	39	3	0,73	A
4 t/ha.	250 cc/Ha.	39	3	0,73	A
6 t/ha.	250 cc/Ha.	39	3	0,73	A
4 t/ha.	750 cc/Ha.	40	3	0,73	A
6 t/ha.	750 cc/Ha.	40,33	3	0,73	A

Anexo 11. Análisis estadístico de la cobertura aérea en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250 cc/Ha.	81,20	81,80	84,60
4 t/ha.	500 cc/Ha.	85,00	72,80	82,00
4 t/ha.	750 cc/Ha.	78,20	85,80	77,60
6 t/ha.	250 cc/Ha.	81,20	81,80	84,60
6 t/ha.	500 cc/Ha.	85,00	72,80	82,00
6 t/ha.	750 cc/Ha.	78,20	85,80	77,60
8 t/ha.	250 cc/Ha.	71,20	82,00	84,20
8 t/ha.	500 cc/Ha.	81,60	70,80	84,40
8 t/ha.	750 cc/Ha.	85,20	80,20	84,00

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER			Prob	Sign
				TAB	0,05	0,01		
Total	26	530,08	20,39					
Bloques	2	41,13	20,56	0,76	3,63	6,23	0,48	ns
Factor A	2	2,16	1,08	0,04	3,63	6,23	0,96	ns
Factor B	2	19,44	9,72	0,36	3,63	6,23	0,70	ns
Int A*B	4	36,48	9,12	0,34	3,96	6,23	0,85	ns
Error	16	430,87	26,93					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
8 T/ha.	80,4	9	1,73	A
6 T/ha.	81	9	1,73	A
4 T/ha.	81	9	1,73	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
500 cc/Ha.	79,6	9	1,73	A
250 cc/Ha.	81,4	9	1,73	A
750 cc/Ha.	81,4	9	1,73	A

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
8 t/ha.	500 cc/Ha.	78,93	3	3	A
8 t/ha.	250 cc/Ha.	79,13	3	3	A
6 t/ha.	500 cc/Ha.	79,93	3	3	A
4 t/ha.	500 cc/Ha.	79,93	3	3	A
6 t/ha.	750 cc/Ha.	80,53	3	3	A
4 t/ha.	750 cc/Ha.	80,53	3	3	A
4 t/ha.	250 cc/Ha.	82,53	3	3	A
6 t/ha.	250 cc/Ha.	82,53	3	3	A
8 t/ha.	750 cc/Ha.	83,13	3	3	A

Anexo 12. Análisis estadístico de la altura de la planta en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250 cc/Ha.	105,38	103,38	104,63
4 t/ha.	500 cc/Ha.	104,00	103,50	102,63
4 t/ha.	750 cc/Ha.	104,50	111,25	103,75
6 t/ha.	250 cc/Ha.	108,50	104,88	107,00
6 t/ha.	500 cc/Ha.	104,25	104,25	107,88
6 t/ha.	750 cc/Ha.	103,25	104,00	103,75
8 t/ha.	250 cc/Ha.	112,88	108,63	106,50
8 t/ha.	500 cc/Ha.	105,13	104,00	103,88
8 t/ha.	750 cc/Ha.	106,50	101,75	105,63

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER			Prob	Sign
				TAB	0,05	0,01		
Total	26	172,68	6,64					
Bloques	2	5,67	2,84	0,55	3,63	6,23	0,59	ns
Factor A	2	7,94	3,97	0,77	3,63	6,23	0,48	ns
Factor B	2	30,40	15,20	2,97	3,63	6,23	0,08	ns
Int A*B	4	46,72	11,68	2,28	3,96	6,23	0,11	ns
Error	16	81,95	5,12					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
4 T/ha.	104,78	9	0,75	A
6 T/ha.	105,31	9	0,75	A
8 T/ha.	106,1	9	0,75	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
500 cc/Ha.	104,39	9	0,75	A
750 cc/Ha.	104,93	9	0,75	A
250 cc/Ha.	106,86	9	0,75	A

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
4 t/ha.	500 cc/Ha.	103,38	3	1,31	A
6 t/ha.	750 cc/Ha.	103,67	3	1,31	A
8 t/ha.	500 cc/Ha.	104,34	3	1,31	A
4 t/ha.	250 cc/Ha.	104,46	3	1,31	A
8 t/ha.	750 cc/Ha.	104,63	3	1,31	A
6 t/ha.	500 cc/Ha.	105,46	3	1,31	A
4 t/ha.	750 cc/Ha.	106,5	3	1,31	A
6 t/ha.	250 cc/Ha.	106,79	3	1,31	A
8 t/ha.	250 cc/Ha.	109,34	3	1,31	A

Anexo 13. Análisis estadístico de la producción en forraje verde en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250 cc/Ha.	15,91	18,64	18,09
4 t/ha.	500 cc/Ha.	15,91	18,18	18,05
4 t/ha.	750 cc/Ha.	16,82	15,59	16,59
6 t/ha.	250 cc/Ha.	16,82	17,18	18,09
6 t/ha.	500 cc/Ha.	15,45	18,14	18,73
6 t/ha.	750 cc/Ha.	15,00	16,18	18,77
8 t/ha.	250 cc/Ha.	17,64	18,14	17,82
8 t/ha.	500 cc/Ha.	17,27	17,09	17,55
8 t/ha.	750 cc/Ha.	15,00	16,59	18,77

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER			Prob	Sign
				TAB	0,05	0,01		
Total	26	35,78	1,38					
Bloques	2	15,56	7,78	8,59	3,63	6,23	0,003	**
Factor A	2	0,26	0,13	0,14	3,63	6,23	0,87	ns
Factor B	2	4,98	2,49	2,75	3,63	6,23	0,09	ns
Int A*B	4	0,48	0,12	0,13	3,96	6,23	0,97	ns
Error	16	14,50	0,91					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
4 T/ha.	17,09	9	0,32	A
6 T/ha.	17,15	9	0,32	A
8 T/ha.	17,32	9	0,32	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
750 cc/Ha.	16,59	9	0,32	A
500 cc/Ha.	17,37	9	0,32	A
250 cc/Ha.	17,59	9	0,32	A

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
4 t/ha.	750 cc/Ha.	16,33	3	0,55	A
6 t/ha.	750 cc/Ha.	16,65	3	0,55	A
8 t/ha.	750 cc/Ha.	16,79	3	0,55	A
8 t/ha.	500 cc/Ha.	17,3	3	0,55	A
6 t/ha.	250 cc/Ha.	17,36	3	0,55	A
4 t/ha.	500 cc/Ha.	17,38	3	0,55	A
6 t/ha.	500 cc/Ha.	17,44	3	0,55	A
4 t/ha.	250 cc/Ha.	17,55	3	0,55	A
8 t/ha.	250 cc/Ha.	17,87	3	0,55	A

Anexo 14. Análisis estadístico de la producción en materia seca en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250 cc/Ha.	32,65	38,24	37,12
4 t/ha.	500 cc/Ha.	33,33	38,09	37,81
4 t/ha.	750 cc/Ha.	31,81	29,49	31,38
6 t/ha.	250 cc/Ha.	29,91	30,56	32,17
6 t/ha.	500 cc/Ha.	31,03	36,42	37,60
6 t/ha.	750 cc/Ha.	29,21	31,51	36,55
8 t/ha.	250 cc/Ha.	34,00	34,97	34,35
8 t/ha.	500 cc/Ha.	32,47	32,13	32,99
8 t/ha.	750 cc/Ha.	27,12	30,00	33,94

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER			Prob	Sign
				TAB	0,05	0,01		
Total	26	243,35	9,36					
Bloques	2	59,28	29,64	8,57	3,63	6,23	0,0029	**
Factor A	2	20,54	10,27	2,97	3,63	6,23	0,0798	ns
Factor B	2	57,19	28,59	8,26	3,63	6,23	0,0034	**
Int A*B	4	50,98	12,75	3,68	3,96	6,23	0,0261	ns
Error	16	55,36	3,46					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
8 t/ha.	32,44	9	0,62	A
6 t/ha.	32,77	9	0,62	A
4 t/ha.	34,44	9	0,62	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
750 cc/Ha.	31,22	9	0,62	A
250 cc/Ha.	33,77	9	0,62	B
500 cc/Ha.	34,65	9	0,62	B

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
8 t/ha.	750 cc/Ha.	30,35	3	1,07	A
6 t/ha.	250 cc/Ha.	30,88	3	1,07	A
4 t/ha.	750 cc/Ha.	30,89	3	1,07	A
6 t/ha.	750 cc/Ha.	32,42	3	1,07	A
8 t/ha.	500 cc/Ha.	32,53	3	1,07	A
8 t/ha.	250 cc/Ha.	34,44	3	1,07	A
6 t/ha.	500 cc/Ha.	35,02	3	1,07	A
4 t/ha.	250 cc/Ha.	36	3	1,07	
4 t/ha.	500 cc/Ha.	36,41	3	1,07	

Anexo 15. Análisis estadístico número de tallos por planta en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250 cc/Ha.	47,13	53,88	53,13
4 t/ha.	500 cc/Ha.	53,63	47,38	52,88
4 t/ha.	750 cc/Ha.	46,38	54,00	49,00
6 t/ha.	250 cc/Ha.	34,38	56,38	50,25
6 t/ha.	500 cc/Ha.	48,38	49,63	59,88
6 t/ha.	750 cc/Ha.	48,00	61,00	49,38
8 t/ha.	250 cc/Ha.	62,38	60,00	57,00
8 t/ha.	500 cc/Ha.	45,88	56,25	50,13
8 t/ha.	750 cc/Ha.	42,00	44,25	55,00

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER			Prob	Sign
				TAB	0,05	0,01		
Total	26	1030,23	39,62					
Bloques	2	199,02	99,51	3,27	3,63	6,23	0,06	ns
Factor A	2	17,94	8,97	0,29	3,63	6,23	0,75	ns
Factor B	2	36,50	18,25	0,60	3,63	6,23	0,57	ns
Int A*B	4	290,17	72,54	2,39	3,96	6,23	0,09	ns
Error	16	486,59	30,41					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
6 T/ha.	50,67	9	1,85	A
4 T/ha.	50,78	9	1,85	A
8 T/ha.	52,44	9	1,85	A

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
750 cc/Ha.	49,78	9	1,85	A
500 cc/Ha.	51,56	9	1,85	A
250 cc/Ha.	52,56	9	1,85	A

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
6 t/ha.	250 cc/Ha.	46,67	3	3,21	A
8 t/ha.	750 cc/Ha.	47	3	3,21	A
4 t/ha.	750 cc/Ha.	49,67	3	3,21	A
8 t/ha.	500 cc/Ha.	50,67	3	3,21	A
4 t/ha.	250 cc/Ha.	51,33	3	3,21	A
4 t/ha.	500 cc/Ha.	51,33	3	3,21	A
6 t/ha.	500 cc/Ha.	52,67	3	3,21	A
6 t/ha.	750 cc/Ha.	52,67	3	3,21	A
8 t/ha.	250 cc/Ha.	59,67	3	3,21	A

Anexo 16. Análisis estadístico número de hojas por tallo en el primer corte de la alfalfa (*Medicago sativa*), fertilizado con diferentes dosis de vermicompost y giberelinas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Vermicompost	Giberelinas	REPETICIONES		
		I	II	III
4 t/ha.	250 cc/Ha.	103,38	103,00	100,88
4 t/ha.	500 cc/Ha.	138,38	103,50	104,25
4 t/ha.	750 cc/Ha.	100,13	109,25	103,13
6 t/ha.	250 cc/Ha.	97,50	105,50	105,13
6 t/ha.	500 cc/Ha.	101,88	104,38	102,63
6 t/ha.	750 cc/Ha.	101,50	103,25	106,63
8 t/ha.	250 cc/Ha.	141,38	132,00	107,75
8 t/ha.	500 cc/Ha.	119,63	116,75	106,75
8 t/ha.	750 cc/Ha.	107,25	106,00	105,00

### 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FV	GL	SC	CM	FISHER			Prob	Sign
				TAB	0,05	0,01		
Total	26	3313,30	127,43					
Bloques	2	267,24	133,62	1,61	3,63	6,23	0,2305	ns
Factor A	2	751,93	375,97	4,53	3,63	6,23	0,0276	*
Factor B	2	225,75	112,88	1,36	3,63	6,23	0,2846	ns
Int A*B	4	741,23	185,31	2,23	3,96	6,23	0,1112	ns
Error	16	1.327,15	82,95					

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE VERMICOMPOST.

Vermicompost	Medias	n	E.E.	
6 T/ha.	103,16	9	3,04	A
4 T/ha.	107,32	9	3,04	AB
8 T/ha.	115,83	9	3,04	B

4. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DEL NIVEL DE GIBERELINAS.

Giberelinas	Medias	n	E.E.	
750 cc/Ha.	104,68	9	3,04	A
250 cc/Ha.	110,72	9	3,04	A
500 cc/Ha.	110,91	9	3,04	A

5. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE NIVEL DE VERMICOMPOST Y GIBERELINAS.

Vermicompost	Giberelinas	Medias	n	E.E.	
4 t/ha.	250 cc/Ha.	102,42	3	5,26	A
6 t/ha.	250 cc/Ha.	102,71	3	5,26	A
6 t/ha.	500 cc/Ha.	102,96	3	5,26	A
6 t/ha.	750 cc/Ha.	103,79	3	5,26	A
4 t/ha.	750 cc/Ha.	104,17	3	5,26	A
8 t/ha.	750 cc/Ha.	106,08	3	5,26	A
8 t/ha.	500 cc/Ha.	114,38	3	5,26	A
4 t/ha.	500 cc/Ha.	115,38	3	5,26	A
8 t/ha.	250 cc/Ha.	127,04	3	5,26	A