



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO FORRAJERO DEL  
*Pennisetum violaceum* (MARALFALFA) BAJO LA APLICACIÓN DE  
DIFERENTES NIVELES DE HUMUS”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

**Edwin Fabián Alzamora Guerra**

**Riobamba– Ecuador**

**2011**

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.C. Hugo Estuardo Gavilánez Ramos.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

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

---

Ing M.C. José Vicente Trujillo Villacís.  
**ASESOR DE TESIS**

**Riobamba, 7 de Enero del 2011**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi reconocimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y por su intermedio a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, institución formadora de profesionales con capacidad de liderazgo y ayuda a la sociedad.

A mis profesores, amigos y compañeros que de una o de otra forma colaboraron para la culminación exitosa de mis estudios y obtención del título como profesional.

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso, por ser el que ilumina mi vida.

A mis padres, Edwin Sotelo Alzamora Gil y Nelly Judith Guerra Guillen, por que son el pilar fundamental en el desarrollo de mi persona y el ejemplo de mi vida.

A mi hermana, Rosa Paulina, quien me incentivaron permanentemente para concluir mi meta propuesta y me guio por el camino correcto para cumplirla..

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	vii
Lista de Anexos	ix
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	
<b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	3
<b>A. LOS FERTILIZANTES</b>	3
1. <u>Características generales</u>	3
2. <u>Tipos de fertilizantes</u>	4
<b>B. FERTILIZANTES ORGÁNICOS</b>	5
1. <u>Descripción</u>	5
2. <u>Historia de la fertilización orgánica</u>	6
3. <u>Propiedades de los abonos orgánicos</u>	7
a. Propiedades físicas	7
b. Propiedades químicas	7
c. Propiedades biológicas	8
4. <u>Ventajas y desventajas de la aplicación de abono orgánico al suelo</u>	8
a. Ventajas	8
b. Desventajas	9
<b>C. TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS</b>	10
1. <u>Enmiendas húmicas</u>	11
2. <u>El humus</u>	12
a. I.A.1.1 Beneficios que produce el humus	12
b. I.A.1.2 Cantidad de humus presente en el suelo	13
c. I.A.1.3 Características bioquímicas del humus de lombriz	13
d. I.A.1.4 Cómo aumentar el humus del suelo con abono orgánico	15
3. <u>La preparación</u>	15
4. <u>Recolección</u>	17
<b>E. <i>PENICETUM VIOLACEUM</i> (MARALFALFA)</b>	18
1. <u>Historia del pasto maralfalfa</u>	18

2.	<b><u>Características</u></b>	18
3.	<b><u>Producción de forraje</u></b>	19
4.	<b><u>Datos técnicos</u></b>	19
a.	Condiciones Agro climáticas	19
b.	Rendimiento	19
c.	Carbohidratos	20
d.	Siembra	20
e.	Cantidad de semilla por Ha	20
f.	Altura	20
g.	Altura	20
h.	Fertilización	20
i.	Uso	21
5.	<b><u>Análisis de contenidos nutricionales</u></b>	21
6.	<b><u>Ventajas del maralfalfa</u></b>	22
a.	Uso	22
b.	Más producción por hectárea	23
7.	<b><u>Información de importancia</u></b>	23
III.	<b><u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	24
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	24
1.	<b><u>Características del suelo</u></b>	24
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	25
C.	MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES	25
1.	<b><u>De campo</u></b>	25
2.	<b><u>Equipos</u></b>	25
3.	<b><u>Laboratorio</u></b>	26
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
1.	<b><u>Modelo lineal matemática</u></b>	26
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	27
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	27
1.	<b><u>Esquema del experimento</u></b>	27
2.	<b><u>Esquema del ADEVA</u></b>	28
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	29
H.	METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN	29

1.	<u>Altura de la planta a los 45 y 75 días</u>	29
IV.	<b><u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b>	31
A.	<b>EVALUCIÓN DEL DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DE DEL PASTO MARALFALFA, <i>PENNISETUM VIOLACEUM</i>.</b>	31
1.	<u>Altura de la planta a los 45 días</u>	31
2.	<u>Altura de la planta a los 75 días</u>	34
3.	<u>Producción de forraje verde a los 45 días</u>	39
4.	<u>Producción de forraje verde a los 75 días</u>	42
5.	<u>Producción de materia seca a los 45 días</u>	45
6.	<u>Producción de materia seca a los 75 días</u>	48
B.	<b>EVALUCIÓN DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DEL PASTO MARALFALFA, POR EFECTO DE LAS RÉPLICAS</b>	50
1.	<u>Altura de la planta a los 45 días</u>	50
2.	<u>Altura de la planta a los 75 días</u>	53
3.	<u>Producción de forraje verde a los 45 días</u>	53
4.	<u>Producción de forraje verde a los 75 días</u>	56
5.	<u>Producción en materia seca a los 45 días</u>	58
6.	<u>Producción de materia seca a los 75 días</u>	58
C.	<b>EVALUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DEL PASTO MARALFALFA, POR EFECTO DE LA INTERACCION ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE HUMUS Y LAS RÉPLICAS</b>	61
D.	<b>ANÁLISIS BROMATOLOGICO DEL PASTO MARALFALFA FERTILIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE HUMUS</b>	61
1.	<u>Contenido de proteína a los 45 y 75 días</u>	65
2.	<u>Contenido de grasa a los 45 y 75 días</u>	70
3.	<u>Contenido de humedad a los 45 y 75 días</u>	73
4.	<u>Contenido de cenizas</u>	79
E.	<b>ANÁLISIS DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE LA FERTILIZACION CON DIFERENTES NIVELES DE HUMUS</b>	82

	PARA LA PRODUCCION DEL <i>Pennisetum violaceum</i> (MARALFALFA)	
F.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	87
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	89
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	90
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	91
	ANEXOS	



## RESUMEN

En la provincia de Chimborazo, cantón Chambo, parroquia la Matriz, en la hacienda “Chugllin”, se evaluó el comportamiento productivo forrajero del *Pennisetum violaceum* (maralfalfa) bajo la aplicación de diferentes niveles de humus (4, 6 y 8 tn/ha vs un testigo), desarrollada en un cultivo establecido, las unidades experimentales fueron de 5 x 5 metros; evaluándose 3 tratamientos más 1 testigo con 3 repeticiones, teniendo un total de 12 parcelas, el área total del campo experimental fue de 300 m<sup>2</sup> de área útil. La distribución de los tratamientos se hizo mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar. Los resultados reportan que la aplicación de 8 tn/ha de humus (T3), registra las mejores alturas y producción de materia seca, a los 45, 75 días con 1.16 y 1.90 metros y 8,57 y 39,07 tn/ha, respectivamente. La mayor producción de forraje verde a los 75 días la reporto el tratamiento T3. (64.68 TnFV/ha), En el análisis bromatológico el mejor contenido proteínico y graso a los 45 y 75 días, (11.64; 11.59; 0.91 y 0.88% respectivamente) fue al fertilizar con 8 tn/ha de humus (T3), en tanto que el mejor contenido de humedad a los 45 y 75 días se reportó en el tratamiento T2 con 60.86 y 60.91%, en su orden. El análisis económico señala que el mejor beneficio costo se registró en el tratamiento T3 con 5,44 es decir una rentabilidad del 44%. Por lo que se recomienda fertilizar con 8tn/ha de humus (T3), ya que se reportaron los mejores índices de producción tanto en materia seca como forraje verde.

## ABSTRACT

In the province of Chimborazo, Chambo canton, parish Matrix, on the farm "Chugllin", evaluated the forage production performance of *Pennisetum violaceum* (maralfalfa) under the application of different levels of humus (4, 6 and 8 tons / ha vs a control), developed in an established crop, the experimental units were 5 x 5 meters plus 1 evaluated 3 treatments with 3 replications witness, taking a total of 12 plots, the total area of the experimental field was 300 m<sup>2</sup> of useful area. The distribution of treatments was done by a Design of a randomized block. The results report that the application of 8 tons / ha of humus (T3), recorded the best height and dry matter production at 45, 75 days with 1.16 and 1.90 and 8.57 meters and 39.07 tons / ha, respectively. Most forage production at 75 days of T3 treatment reported. (64.68 TnFV / ha), compositional analysis in the best protein and fat at 45 and 75 days, (11.64, 11.59, 0.91 and 0.88% respectively) was to fertilize with 8 tons / ha of humus (T3) in While the best moisture content at 45 and 75 days was reported in the tratamiento T2 with 60.86 and 60.91%, in that order. The economic analysis indicates that the best benefit cost recorded in treatment T3 with 5.44 ie a yield of 44%. As 8tn/ha recommends fertilizing with humus (T3), as it reported the best rates in both dry matter production and forage.

## LISTA DE CUADROS

N°		Pag.
1.	<b>COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL HUMUS DE LOMBRIZ.</b>	13
2.	<b>COMPARACIÓN ENTRE HUMUS Y ABONOS INORGÁNICOS.</b>	14
3.	<b>DOSIS RECOMENDADAS DE LOMBRIHUMUS.</b>	15
4.	<b>CONTENIDOS NUTRICIONALES DEL PASTO MARALFALFA.</b>	21
5.	<b>CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE CHUGLLIN.</b>	24
6.	<b>CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.</b>	24
7.	<b>ESQUEMA DEL EXPERIMENTO</b>	28
8.	<b>ESQUEMA DEL ADEVA</b>	28
9.	<b>EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DEL PASTO MARALFALFA, <i>PENNISETUM VIOLACEUM</i>.</b>	32
10.	<b>EVALUCIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DEL PASTO MARALFALFA, POR EFETO DE LAS RÉPLICAS.</b>	52
11.	<b>EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS Y LOS ENSAYOS. EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DEL PASTO MARALFALFA, <i>PENNISETUM VIOLACEUM</i>.</b>	62
12.	<b>EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA DEL PASTO MARALFALFA, <i>PENNISETUM VIOLACEUM</i>.POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS.</b>	66

13	ANÁLISIS DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE LA PRODUCCIÓN DEL <i>Pennisetum violaceum</i> (MARALFALFA) BAJO LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS.	86
14.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	88

## LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pag.
1.	<b>Comportamiento de la altura de la planta a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.</b>	33
2.	<b>Regresión de la altura de la planta a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.</b>	35
3.	<b>Comportamiento de la altura de la planta a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.</b>	36
4.	<b>Regresión de la altura de la planta a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.</b>	38
5.	<b>Comportamiento de la producción en forraje verde a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.</b>	40
6.	<b>Regresión de la altura de la producción de materia verde a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.</b>	41
7.	<b>Comportamiento de la producción en forraje verde a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.</b>	43
8.	<b>Regresión de la producción de materia verde a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.</b>	44
9.	<b>Comportamiento de la producción en materia seca a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.</b>	46
10.	<b>Regresión de la producción de materia seca a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la</b>	47

- producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.
11. Comportamiento de la producción en materia seca a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa. 49
  12. Regresión de la producción en materia seca a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa. 51
  13. Comportamiento de la altura a los 45 días del pasto maralfalfa, por efecto de las réplicas. 54
  14. Comportamiento de la producción de forraje verde a los 45 días del pasto maralfalfa, por efecto de las réplicas. 55
  15. Comportamiento de la producción de forraje verde a los 75 días del pasto maralfalfa, por efecto de las réplicas. 57
  16. Comportamiento de la producción de materia seca a los 45 días del pasto maralfalfa, por efecto de las réplicas. 59
  17. Comportamiento de la producción de materia seca a los 75 días del pasto maralfalfa, por efecto de las réplicas. 60
  18. Comportamiento de la producción del maralfalfa a los 45 y 75 días, por efecto de la interacción entre los niveles de humus y las réplicas. 64
  19. Regresión del contenido de proteína a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa. 67
  20. Regresión del contenido de proteína a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa. 69
  21. Comportamiento del contenido de grasa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa. 71
  22. Comportamiento del contenido de grasa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción. 72

23. **Regresión del contenido de grasa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.** 74
24. **Regresión del contenido de grasa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.** 75
25. **Regresión del contenido de humedad a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.** 77
26. **Regresión del contenido de humedad a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.** 78
27. **Comportamiento del contenido de cenizas a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa** 80
28. **Comportamiento del contenido de cenizas a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.** 81
29. **Regresión del contenido de humedad a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.** 83
30. **Regresión del contenido de humedad a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.** 84

## LISTA DE ANEXOS

N°		Pag.
1.	Análisis de varianza de la altura de la planta de maralfalfa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.	1
2.	Análisis de varianza de la altura de la planta de maralfalfa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.	3
3.	Análisis de varianza de la producción de forraje verde de maralfalfa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus	5
4.	Análisis de varianza de la de laproducción de forraje verde maralfalfa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.	7
5.	Análisis de varianza de laproducción demateria seca a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.	9
6.	Análisis de varianza de laproducción de materia seca a los 75 días la por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.	11
7.	Análisis de varianza delcontenido de proteína alos 45 días de la maralfalfa fertilizadacon diferentes niveles de humus.	13
8.	Análisis de varianza delcontenido de proteína alos 75 días de la maralfalfa fertilizadacon diferentes niveles de humus	14
9.	Análisis de varianza del contenido de grasa de la planta de maralfalfa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.	15
10.	Análisis de varianza del contenido de grasa de la planta de maralfalfa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.	16
11.	Análisis de varianza de la humedad de la planta de maralfalfa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus	17
12.	Análisis de varianza de la humedad de la planta de maralfalfa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus	18
13.	Análisis de varianza de las cenizas de la planta de maralfalfa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.	19
14.	Análisis de varianza de lascenizas de la planta de maralfalfa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus	20



## **I. INTRODUCCIÓN**

En nuestro país, la producción de pastos es uno de los pilares que se tiene que fortalecer tanto en cantidad como en calidad para así llegar a mejorar la producción ganadera. Tenemos que tomar en cuenta que las áreas de producción de pastos están siendo reducidas cada vez más, para lo cual es necesaria la aplicación de estrategias a nivel nacional o sub-regional con la finalidad de identificar y ofrecer una posible solución a dichos problemas que afectan la producción de los pastos. Para esto es importante que, tanto el gobierno como los organismos afines, incentiven la producción eficiente, ya que de esta depende la alimentación y nutrición del sector ganadero de nuestro país.

Sabiendo que el sector ganadero tiene como base la producción de fuentes de forraje, la cantidad de especies forrajeras con un alto rendimiento para la zona de la sierra ecuatoriana es escasa, en especial cuando se trata de la alimentación de la ganadería de leche, la cual se alimenta con pastos de baja calidad nutricional como son: la grama nativa (*Cynodonsp*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y raygrass (*Lolium multiflorum*) y con una producción de materia seca (MS) por hectárea deficiente; dando como resultado una reducida capacidad de carga afectando directamente a la rentabilidad del hato. Por todo esto las lecherías especializadas cuentan con una escasa variedad de recursos forrajeros.

En nuestro país desde hace pocos años atrás, se está produciendo un nuevo pasto introducido denominado maralfalfa *Pennisetum violaceum*, la poca información que se tiene de este pasto señala que es una gramínea de corte con una alta capacidad de producción de forraje, de buena calidad nutricional y una excelente palatabilidad, pudiendo aumentar considerablemente la producción animal en especial con lo que respecta al ganado lechero. Los antecedentes expuestos permiten considerar a esta especie como una alternativa en la alimentación de la ganadería, lo cual certifica su fácil grado de adaptación aunque se desconoce sus parámetros productivos en nuestro país, como también no está determinado su respuesta a la aplicación de fertilizantes orgánicos, que es precisamente la presente propuesta, en procura de determinar el nivel óptimo de

fertilización con humus para obtener la mejor producción de forraje con su respectivo valor nutritivo.

La introducción al Ecuador de nuevas especies forrajeras provenientes en muchas de las ocasiones de países vecinos (en especial de Colombia) como es el caso del maralfalfa, a creado un interés particular de parte de los ganaderos de nuestro país para conocer sobre el beneficio de implementar estos forrajes en sus explotaciones, para la alimentación de su ganadería. Si se obtuviera nuevos forrajes en las praderas; donde se incremente la producción de forraje verde, un rápido ciclo vegetativo y una mejor calidad nutricional, obtendremos reducir los costos de producción, y en especial los costes de alimentación los cuales alcanzan hasta un 80% del total de gastos de producción.

La fertilización es una labor agrícola que se considera como necesaria; los suelos de nuestro país carecen de algunos minerales para el correcto crecimiento de los forrajes por lo tanto se debe fertilizar para obtener el mejor desarrollo de los pastos. El crecimiento del maralfalfa que tiene rápido ciclo vegetativo permitirá al ganadero tomar la decisión de implementar en sus praderas dicho pasto, o podría darse en asociación con otros forrajes de corte, u otras alternativas que considere útil para este pasto, que hoy en día se considera la “revolución verde” para la ganadería. Por lo anotado anteriormente en la investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el mejor nivel de aplicación de humus (4, 6, 8tn/ha) en el comportamiento agrobotánico del *Pennisetumviolaceum*.
- Determinar el mejor comportamiento productivo forrajero en base a los diferentes niveles aplicados de humus.
- Evaluar la rentabilidad a través del indicador beneficio-costos.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. LOS FERTILIZANTES**

#### **1. Características generales**

Grijalva, J. (1995), manifiesta que el mantenimiento de la fertilidad del suelo depende del empleo adecuado de fertilizantes y del manejo del cultivo. El propósito principal de la fertilización es aumentar el rendimiento, procurando minimizar el costo por unidad de producción. Realizando aplicaciones de fertilizante de acuerdo a los requerimientos de cultivo en base al análisis de suelo; lo que permite utilizar el uso de fertilización mediante un manejo adecuado del cultivo.

Rodríguez, P. (1999), indica que en los últimos tiempos a escala mundial y bajo los principios biotecnológicos, se han estado introduciendo en la práctica agrícola, numerosos productos de origen animal, vegetal o microbiano, para sustituir en gran medida los productos químicos, abaratar la producción agrícola y reducir los riesgos de contaminación ambiental. El ingrediente activo por así decirlo de estos productos son restos o excreciones vegetales o animales, que con su acción, mejoran la nutrición de las plantas y estimulan su crecimiento, con el consecuente incremento en los rendimientos agroindustriales, sin dañar en gran medida el equilibrio entre los componentes bióticos y abióticos de los agro ecosistemas. La aplicación de biofertilizantes a los cultivos es una estrategia importante para mejorar o preservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos y por consiguiente su potencial agro productivo, a la vez se incrementa el nivel de sanidad y productividad del cultivo.

Padilla, A. (2000), reporta que si se quiere obtener el máximo aprovechamiento de los cultivos no queda otro remedio que suministrarles los elementos que precisen para completar su nutrición. Además manifiesta que se considera abonos en general, aquellas sustancias químicas, minerales u orgánicas que contienen uno o

varios de los elementos nutritivos que necesitan las plantas. Estos elementos nutritivos deben estar, por supuesto, en forma asimilable y en cantidad apreciable. El suelo necesita alimentarse para poder brindarle al hombre productos que él a su vez necesita para nutrirse. El modo de enfrentar este requerimiento parte de la forma en que se enfoque el suelo: como ser vivo que ambienta vida, o sólo como elemento inerte al que se le puede ir agregando los componentes faltantes. En cualquiera de los casos, el suelo (o la propia planta) recibe sustancias adicionales para la nutrición

Según [\(http://www.proamazonia.gob.pe\)](http://www.proamazonia.gob.pe), en general, los terrenos empleados para la agricultura demandan de complementos nutritivos que enriquezcan el suelo. Se hace a través de fertilizantes, naturales o sintéticos que mejoran la calidad del suelo, y le ayudan en su tarea de producción. La fertilización constituye una práctica común en la agricultura, de ahí que es importante enfatizar en el tipo de la misma y sus correspondientes implicancias.

## **2. Tipos de fertilizantes**

Para [\(http://www.proamazonia.gob.pe\)](http://www.proamazonia.gob.pe), se conoce 2 tipos de fertilizantes: orgánicos e inorgánicos, dependiendo del material de preparación.

- Los fertilizantes orgánicos son aquellos que provienen de vegetales o animales.
- Los fertilizantes inorgánicos son aquellos que provienen de procesos químicos comerciales.

Por el uso de estos fertilizantes se deben tomar riesgos de contaminación química y eventualmente microbiana al contaminarse con agua o por el empleo de materiales mal mantenidos

## **B. FERTILIZANTES ORGÁNICOS**

### **1. Descripción**

Padilla, A. (2000), 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.

<http://www.infoagro.com>.(2007), manifiesta que la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas viables y sostenibles. En la agricultura ecológica se le da mucha importancia a estos productos y cada vez más se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidar la importancia de mejorar las características físicas, biológicas y químicas del suelo, y en este sentido este abono juega un papel muy importante casi fundamental. Actualmente se está identificando nuevos productos que sean totalmente naturales. Existen empresas que estén buscando en distintos ecosistemas naturales de todas las partes del mundo sobre todo en los trópicos, distintas plantas, extracto de algas, etc., que permitan proteger a las plantas de enfermedades y plagas. De esta forma, en distintas fábricas, y en entornos totalmente naturales se producen estas plantas que sean útiles para producir abonos orgánicos y sustancias naturales, que se están aplicando en la nueva agricultura.

<http://www.proamazonia.gov.pe>.(2007), dice que los abonos orgánicos se obtienen por una transformación de estiércol animal, de restos de cosecha o en general de residuos orgánicos. Con su tratamiento conduce a la formación de fertilizante seguro si se prepara adecuadamente, e incluso se evita que estos productos orgánicos se conviertan en fuente de contaminación.

<http://www.laneta.apc.org>.(2007), indica que los abonos orgánicos lo pueden crear tanto la naturaleza como el hombre con su trabajo, esto lo logra gracias a la ayuda de animales como lombrices, insectos, hormigas, y millones de microbios como hongos y bacterias. Cada animal al comer la materia orgánica la comienza a suavizar y desdoblarla gracias a la ayuda de sus dientes, saliva, y la acción de su estomago. Luego de algunos procesos en el estomago nos queda el estiércol, el cual sirve como alimento de otros animales más pequeños, y de los microbios, luego que los animales y microbios han consumido la materia orgánica nos dejan como resultado abono que es una tierra rica en nutrientes que será ideal para la alimentación de las plantas. Los microbios necesitan su alimento bien preparado con materia orgánica rica en carbono como la paja, y materia orgánica rica en nitrógeno como el estiércol y orines. También la cantidad de agua tiene que ser correcta, ya que una falta de ella impedirá la normal alimentación de los microbios y una mala transformación de la materia orgánica en abono, pero si existiría un exceso de ella provocaría una falta de aire impidiendo el trabajo de los microbios. También tenemos que tomar en cuenta la temperatura con la que trabajan los microbios.

<http://www.recycleworks.org>.(2007), indica que hacer abono orgánico es aprovechar los mismos principios que utiliza la naturaleza para descomponer la materia orgánica. Se trata de acelerar los procesos mediante la creación de un medio ideal.

## **2. Historia de la fertilización orgánica**

Conti, C. (2000), manifiesta que el uso de los abonos orgánicos se remonta a el nacimiento de la agricultura. Nuestros antecesores los usaban puesto que no existían los fertilizantes químicos. Cuando comenzaron a producir los fertilizantes químicos nunca se dio capacitación técnica de cómo y cuándo usarlos, esta información solo se la dio a los patrones de las haciendas y no a las comunidades, estas personas aprendieron a usar estos fertilizantes mediante la observación, al observar que la producción se incrementaba al usar fertilizantes inorgánicos. Poco a poco se comenzó a dejar de utilizar los abonos orgánicos que

se tenía en las comunidades y en los montes. Empezaron a ajustar y cambiar la forma de trabajar la tierra dejando a un lado los abonos orgánicos que utilizaban que principalmente eran residuos de cosecha, estiércol de animales, abono natural y ceniza.

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

Terranova, M. (1995), indica que los abonos orgánicos tienen 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**

- El abono orgánico 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.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejora la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de este.
- 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. Además disminuye la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.

#### **b. Propiedades químicas**

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen la oscilación de pH de este.

- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumenta la fertilidad.

### **c. Propiedades biológicas**

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos.
- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

## **4. Ventajas y desventajas de la aplicación de abono orgánico al suelo**

### **a. Ventajas**

La Fundación Salvadoreña para la Promoción Social y el Desarrollo Económico.(2000), señala que para que los suelos sean productivos es necesario protegerlos, para así obtener buenas cosechas. Para lograr esto es necesario saber algunas ventajas que se obtiene con su utilización; así tenemos:

- Se utilizan recursos locales.
- Hay una buena disminución en los costos de producción.
- La calidad de la producción es muy buena.
- No se contamina el medio ambiente.
- Se mejora la calidad del suelo
- Se reduce el volumen de desechos vegetales
- Mezclan todos los elementos que nutren o alimentan el suelo.



Conti, C. (2000), manifiesta que al usar abonos orgánicos mejora la resistencia tanto a enfermedades como a plagas ya que se aporta nutrientes que mantienen el suelo sano. La fertilidad natural del suelo tiene que ser sostenida, por lo que tiene que suministrarse abono al suelo regularmente. El resultado de suministrar abono orgánico al suelo da como resultado:

- Las plantas son menos propensas a plagas y enfermedades.
- Las plantas tienen un mayor contenido de materia seca.
- Los productos se conservan más tiempo en los almacenes.
- Los productos alimenticios son más nutritivos y ayudan a mejorar la salud.

Terranova, M. (1995), manifiesta que el uso de abono orgánico contribuye con el suelo en:

- Mejora la fertilidad biológica y textura del suelo.
- Incrementa la infiltración del agua, retiene la humedad, provocando un mejor uso del agua de riego.
- Se mejoran los rendimientos de los productos, y se mantiene microorganismos que sintetizan los nutrientes, y las toman estos nutrientes en medida de sus necesidades.

#### **b. Desventajas**

Según <http://www.infojardin.com>. (2006), los abonos orgánicos tienen únicamente las siguientes desventajas:

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

### C. TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS

Cortes, F. (1985), reporta que entre la clasificación de los abonos orgánicos se pueden citar los siguientes:

- El extracto de algas, es normalmente un producto compuesto por carbohidratos promotores del crecimiento vegetal, aminoácidos y extractos de algas cien por cien solubles. Este producto es un bioactivador, que actúa favoreciendo la recuperación de los cultivos frente a situaciones de estrés, incrementando el crecimiento vegetativo, floración, fecundación, cuajado y rendimiento de los frutos.
- Otro tipo de abono orgánico, se basa en ser un excelente bioestimulante y enraizante vegetal, debido a su contenido y aporte de auxinas de origen natural, vitaminas, citoquininas, microelementos y otras sustancias, que favorecen el desarrollo y crecimiento de toda la planta. Este segundo producto es de muy fácil asimilación por las plantas a través de hojas o raíces, aplicando tanto foliar como radicularmente, debido al contenido en distintos agentes de extremada asimilación por todos los órganos de la planta.
- Otro abono orgánico, contiene un elevado contenido en aminoácidos libres, lo cual significa que actúa como activador del desarrollo vegetativo, mejorando el calibre y coloración de los frutos, etc. El aporte de aminoácidos libres facilita el que la planta ahorre energía en sintetizarlos, a la vez que facilita la producción de proteínas, enzimas, hormonas, etc., siendo éstos compuestos tan importantes para todos los procesos vitales de los vegetales.
- Los típicos abonos orgánicos, que poseen gran cantidad de materia orgánica, por lo que favorecen la fertilidad del suelo, incrementan la actividad microbiana de este, y facilitan el transporte de nutrientes a la planta a través de las raíces. Las sustancias húmicas incrementan el contenido y distribución de los azúcares en los vegetales, por lo que elevan la calidad de los frutos y flores, incrementando la resistencia al marchitamiento. 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.

## **1. Enmiendas húmicas**

Para <http://www.infoagro.com>.(2007), las enmiendas húmicas favorecen el enraizamiento, ya que desarrollan y mantienen un sistema radicular joven y vigoroso, durante todo el ciclo de cultivo. El desarrollo radicular, de la planta con aporte de enmiendas húmicas es enorme, y esto hace que el desarrollo de la misma sea mucho más rápido, debido a que absorbe mayor cantidad de elementos nutritivos, y esto se traduce en mayor producción. Este abono orgánico al desarrollar más las raíces, equilibra también mejor la nutrición de las plantas, mejora el comportamiento de éstas frente a condiciones salinas y ayuda a la eliminación de diversas toxicidades. Las raíces son el pilar básico de una planta, ya que no podemos olvidar que le sirven de sujeción al suelo. Las raíces de las plantas hortícolas son fasciculadas, no distinguiéndose un pivote principal. Están constituidas por una serie de troncos principales que profundizan oblicuamente en el suelo y de los cuales nacen las raíces secundarias. La escasez de materia orgánica, y por tanto de ácidos húmicos y fúlvicos de los suelos, hace necesario el aporte de los mismos al suelo.

Según <http://www.tnrcc.state.tx.us>.(2007), dada las dificultades técnicas, logísticas y económicas de los aportes masivos de estiércol como fuente de materia orgánica, los preparados líquidos a base de ácidos húmicos y fúlvicos, se hacen imprescindibles para mejorar la fertilidad y productividad de los suelos. La leonardita es un lignito blando en forma ácida, de color pardo y de origen vegetal. Es la materia prima de las sustancias húmicas, ya que posee un gran contenido de extracto húmico total.

Para <http://www.infoagro.com>.(2007), indica que para obtener las producciones húmicas se utilizan los gusanos (lombrices), quienes transforman las sobras de comida, periódicos y cartón en un abono orgánico excelente que se puede

agregar a macetas, prados, huertas o jardines. Es fácil y se puede hacer dentro de la casa (hasta en departamentos) o afuera al aire libre. Algunas personas que producen abono orgánico con las hojas del jardín también usan gusanos para transformar en abono las sobras de comida y el papel.

## **2. El humus**

Cortes, F. (1985), señala que el humus es una sustancia que se produce por la descomposición en el suelo de restos orgánicos. Ejemplo: cuando cae una hoja al suelo es atacada por hongos y bacterias y una parte de esa hoja se convierte en humus. Ocurre igual con el estiércol, compost, turba y cualquier material orgánico: son atacados por los microorganismos y se forma humus. Con los años, el humus también se descompondrá y transformará en minerales, pero lentamente; desaparecerá como humus después de más de 3 años.

### **a. Beneficios que produce el humus**

Domínguez, A. (1998), reporta que el humus es una sustancia muy especial y beneficiosa para el suelo y para la planta:

- Agrega las partículas y esponja el suelo, lo airea; por tanto, mejora su estructura.
- Retiene agua y nutrientes minerales y así no se lavan y pierden en profundidad.
- Aporta nutrientes minerales lentamente para las plantas a medida que se descompone (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, etc.).
- El humus produce activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia: vitaminas, reguladores de crecimiento y sustancias con propiedades de antibióticos.

- Las raíces se encuentran mejor en un suelo rico en humus que en uno pobre en esta sustancia.

### b. Cantidad de humus presente en el suelo

Gross, A. (1998), explica que el método preciso es llevando una muestra de suelo a analizar a un laboratorio. Se determina el valor exacto. Por ejemplo: "Este suelo tiene un 1,7% de humus" (materia orgánica). Quiere decir que por cada 100 kilos de tierra, hay 1,7 kilos de humus. La mayoría de los suelos cultivados tienen entre un 1 y un 3% de humus. La arena de la playa es muy pobre en humus, no llega al 1%, pero el suelo de un bosque puede superar el 5% de humus. Si sale un valor muy bajo es más que recomendable hacer un plan de mejora para aumentarlo, mediante, por ejemplo, fuertes estercoladuras durante varios años seguidos (<http://www.infojardin.com>. 2006).

### c. Características bioquímicas del humus de lombriz

<http://www.tnrcc.state.tx.us>.(1990), indica que el humus presenta la siguiente composición bioquímica, como se indica en los cuadros 1,2 y 3.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL HUMUS DE LOMBRIZ.

Componente	Contenido	Componente	Contenido
Materia orgánica	50 - 60 %	Ácidos Fúlvicos	2 - 3 % s.s.
Humedad	45 - 60 %	Ácidos húmicos	5 - 7 % s.s
Nitrógeno	2 - 3 % s.s.	Micro elementos	1 %
Fósforo	1 - 1.5% s.s.	Flora microbiana	20x10 <sup>9</sup> /g peso seco
Potasio	1 - 1.5% s.s.	Retención de humedad	1.8 su volumen
Carbono Orgánico	20 - 35 %	pH	7 - 7.5 (Neutro)

Fuente: Lobera, I. (1990).

s.s. = sobre seco (en materia seca).

Cuadro 2. COMPARACIÓN ENTRE HUMUS Y ABONOS INORGÁNICOS.

	Humus (abono orgánico)	Abonos Inorgánicos
Dosis de aplicación	A mayor cantidad, mayor beneficio	En dosis excesivas, hay graves perjuicios.
Vencimiento	Cuanto más viejo, más nutritivo.	Tiene corta vida útil.
Acidez/alcalinidad	Lleva el pH del suelo hacia lo neutro (pH 7)	Acidifica o alcaliniza el suelo, según la sal usada.
Estructura del suelo	Hace el suelo más suelto y mejora la aireación.	Genera apelmazamiento del suelo.
Nutrientes	Están equilibrados	Hay poco aporte de micro nutrientes
Beneficios	A corto, mediano y largo plazo.	A corto plazo, hay mejoras. A mediano y largo plazo, el suelo se debilita y se hace dependiente de nuevos aportes.
Microorganismos	Aporte de millones de microorganismos beneficiosos.	No aporta y por cambios de pH se desarrollan los microorganismos perjudiciales.
Ecología	El abono es producto del reciclaje de desperdicios urbanos y agrícolas.	Produce desertificación del suelo y contaminación del agua.
Costo	Mayor costo al iniciar el abonamiento	Es barato, pero se hace dependiente de continuas aplicaciones.

Fuente: <http://www.dobleu.com>.(2005).

Cuadro 3. DOSIS RECOMENDADAS DE LOMBRIHUMUS.

Tipo de planta	Cultivos nuevos	Mantenimiento anual
Árboles	2-3 kg mezclado con tierra	1 kg
Rosales y leñosas	500 g mezclados con tierra	1 kg/ m <sup>2</sup>
Césped	1 kg/ m <sup>2</sup>	500 g/m <sup>2</sup>
Plantas de interior	Mezcla al 50% con tierra de 4 cucharadas por maceta cultivo	

Fuente: Rivera, A. (2002).

#### d. Cómo aumentar el humus del suelo con abono orgánico

Domínguez, A. (1998), indica que a más del humus, se puede aportar al suelo abonos orgánicos como: estiércol, compost, turba, guano, humus de lombriz, etc., pero esto exige tiempo; de la noche a la mañana no se puede pasar de un 1% de humus al 2%; se consigue a lo largo de una serie de años. Más o menos el 10% del estiércol que se echa se convierte en humus. Es decir, que si echas 10 kilos de estiércol al suelo, obtienes 1 kilo de humus. Hay plantas que gustan de un suelo rico en materia orgánica; otras normal y otras que, incluso, prefieren un suelo pobre en humus, por ejemplo, la vegetación del desierto.

### 3.La preparación

En [http://www.proamazonia.gob.pe.\(2007\)](http://www.proamazonia.gob.pe.(2007)), se indica que para preparar los fertilizantes orgánicos se debe seguir el siguiente procedimiento:

- En un área seca y limpia, distante de la zona de cultivo a fin de no permitir contaminación, en piso impermeable o cementado.
- Se coloca por capas los ingredientes: paja, tierra, estiércol, ceniza y carbón.
- Disolver en agua la melaza, chancaca o azúcar, conjuntamente con la levadura.

- El agua y la levadura se aplican uniformemente mientras se mezclan todos los ingredientes.
- Se recomienda dar 2 o 3 vueltas a la mezcla, o más si es necesario hasta quedar uniforme.
- Una vez mezclada, se extiende hasta que quede una altura de 1.20 a 1.50 m como máximo.
- Se cubre con sacos de yute o lona. El abono debe quedar protegido del sol y la lluvia.
- Para conseguir la temperatura adecuada, es recomendable los primeros cuatro días darle dos vueltas a la mezcla (mañana y tarde).
- Una buena práctica es rebajar gradualmente la altura de la ruma a partir del quinto día, hasta llegar a una altura del orden de los 50 cm a los 18 días.
- A partir del octavo día se puede realizar una vuelta al día. Entre los 18 y 21 días el abono ya ha logrado su maduración y su temperatura es igual a la ambiental, su color es gris claro, seco, con aspecto de polvo arenoso y de consistencia suelta.

Robinson D. (2005), señala ciertas variaciones al proceso anterior, por lo que su procedimiento se cita a continuación:

- Corte el periódico o el cartón en tiras. Póngalo a remojar en agua y luego escúrralo.
- Ponga esta capa de papel hasta que haya llenado una tercera parte del fondo del recipiente. Ponga un poco de tierra o arena fina.
- Comience con una libra de lombrices por cada libra de sobras de comida que piensa convertir en abono orgánico cada semana. Por ejemplo, puede comenzar con dos libras de lombrices si va a convertir en abono orgánico dos



libras de sobras de comida por semana. A menos que empiece a convertir más sobras de comida, no necesita agregar más lombrices.

- Añade encima media pulgada o una capa más delgada de desechos de comida, mézclelo un poco con las 2 pulgadas superiores de la caja y cubra todo por lo menos con una pulgada de papel triturado. No deje ninguna sobra de comida encima.
- Espere 2 días o más, repite estos pasos cada vez que vaya a mezclar más materiales.

#### **4. Recolección**

Robinson D. (2005), reporta que el abono orgánico está listo cuando el material de la pila ha adquirido un color café oscuro, tiene un aspecto y una textura sustanciosos y huele como el suelo del bosque. Si lo prefiere, puede usar una criba de tela de ferretería de 1/4" para filtrar cualquier material restante de mayor tamaño. Devuelva estas sobras a la pila o comience otra nueva aparte. Para realizar la recolección o cosecha del abono orgánico se debe realizarlo de la siguiente manera:

- Cuando el recipiente esté lleno, saque las sobras de comida que no se hayan digerido y el material que contiene la mayoría de los lombrices, por lo general las 3 ó 4 pulgadas superiores del material. Use el resto como abono orgánico. Ponga de nuevo en el recipiente el material que tiene más lombrices. Mézclelo con una cantidad igual de "lecho" fresco, y cúbrelo con una pulgada de papel triturado.
- Para recuperar más lombrices del abono orgánico, distribuya una capa fina en una lona al sol y deje varios montoncitos. Las lombrices se reunirán en los montoncitos a medida que se seca el material. Tenga cuidado porque el calor y la sequedad las pueden matar. Otro método es cernir con cuidado todo el abono orgánico sobre una malla de alambre fina y recoger las lombrices que queden encima.

## **E. *PENICETUM VIOLACEUM* (MARALFALFA)**

### **1. Historia del pasto maralfalfa**

Según <http://www.maralfalfa.com>.(2006), “El Maralfalfa es un pasto mejorado de origen Colombiano creado por el Padre José Bernal Restrepo (Sacerdote Jesuita), Biólogo Genetista nacido en Medellín el 27 de Noviembre de 1908, utilizando su Sistema Químico Biológico, S Q B, póstumamente llamado Heteroingerto Bernal (H I B)”.El 4 de Octubre de 1965 el Padre José Bernal, utilizando su Sistema Químico Biológico SQB, cruzó el Pasto Elefante (Napier, *Pennicetumpurpureum*), originario del África y la grama (*Paspalummacrophyllum*) y obtuvo una variedad que denominó GRAMAFANTE.Posteriormente, el 30 de Junio de 1969, utilizando el mismo Sistema Químico Biológico SQB, cruzó los pastos GRAMAFANTE (Elefante y Grama) y el pasto llamado Guaratara (*Axonopuspurpussî*) originario del llano Colombiano y obtuvo la variedad que denominó maravilla o gramatara.

Para <http://wwwmaralfalfa.net>.(2007), a partir del año 1969, el Padre José Bernal Restrepo, utilizando nuevamente su Sistema Químico Biológico S.Q.B. cruzó el Pasto Maravilla o Gramatara y la Alfalfa Peruana (*Medicago sativa Linn*), con el Pasto Brasileiro (*PhalarisazudinaceaLinn*) y el pasto resultante lo denominó maralfalfa.

### **2. Características**

Para <http://wwwmaralfalfa.com>.(2009), las características más relevantes del pasto maralfalfa son

- El crecimiento es casi el doble de otros pastos de la zona.
- Es un pasto suave.
- La Maralfalfa es altamente palatable y dulce, más que la caña forrajera, sustituye la Melaza.

- Existen muchos tipos de pasto elefante parecidos genéticamente. Uno solo es Maralfalfa, no se deje confundir.

### **3. Producción de forraje**

Correa, A. (2002), reporta que en zonas con suelos pobres en materia orgánica, que van de franco-arcillosos a franco-arenosos, en un clima relativamente seco, con pH de 4,5 a 5 a una altura aproximada de 1.750 m.s.n.m. y en lotes de tercer corte, se han obtenido cosechas a los 75 días con una producción promedio de 28,5 kilos por metro cuadrado, es decir, 285 toneladas por hectárea, con una altura promedio por caña de 2,50 mts. Los cortes se deben realizar cuando el cultivo alcance aproximadamente un 10 % de espigamiento.

### **4. Datos técnicos**

Según expertos en pastos y forrajes, el Maralfalfa es una variedad de pasto dulce muy rico en nutrientes, del Género Pennicetum, (*Pennicetum violaceum*) de la familia del que comúnmente conocemos como Elefante, con los siguientes datos técnicos.

#### **a. Condiciones Agro climáticas**

Correa, A. (2002), señala que este pasto se da en alturas comprendidas desde el nivel del mar hasta 3000 metros. Se adapta bien a suelos con fertilidad media a alta. Su mejor desarrollo se obtiene en suelos con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje.

#### **b. Rendimiento**

Se han cosechado entre 28 Kg. y 44 Kg. por metro cuadrado, dependiendo del manejo del cultivo. (<http://www.maralfalfa.com>. 2006).

### **c. Carbohidratos**

Hajduk W. (2004), indica que tiene un 12 % de carbohidratos (azúcares, etc.) por lo tanto es muy apetecible por los animales herbívoros.

### **d. Siembra**

Padilla, A. (2000), señala que la distancia recomendada para sembrar la semilla vegetativa, es de cincuenta centímetros (50 cm.) entre surcos, y dos (2) cañas paralelas a máximo tres centímetros (3 cm.) de profundidad. Se garantiza que el material vegetativo que se ofrece es legítimo, sin mezclas de otros pastos.

### **e. Cantidad de semilla por Ha**

Se utilizó 3.000 Kilos de tallos por Hectárea.

### **f. Altura**

A los 90 días alcanza alturas hasta de 4 metros de acuerdo con la fertilización y cantidad de materia orgánica aplicada.

### **g. Corte**

Para el primer corte se debe dejar espigar todo el cultivo, los siguientes cortes cuando la planta tenga un 10% de espigamiento, aproximadamente a los 40 días posteriores a cada corte.

### **h. Fertilización**

Hajduk W. (2004), afirma que responde muy bien a la aplicación de materia orgánica y a la humedad sin encharcamiento. Después de cada corte se recomienda aplicar por hectárea lo siguiente:

- Urea: 1 saco.
- Fórmula completa: 1 saco.

### **i. Uso**

Rodríguez, P. (1999). Indica que para el ganado de leche se puede dar fresco, pero es preferible dejarlo secar por dos o tres días antes de picarlo. Para el ganado de ceba se recomienda darlo seco, fresco o ensilado.

## **5. Análisis de contenidos nutricionales**

El mismo Rodríguez, P. (1999), señala que los resultados de los contenidos nutricionales del pasto maralfalfa se indican en el cuadro 4.

Cuadro 4. CONTENIDO NUTRICIONAL DEL PASTO MARALFALFA.

<b>Contenido nutricional del Pasto Maralfalfa</b>	<b>Porcentaje</b>
Humedad	79,33%
Proteína	13,50%
Fibra	53,33%
Grasa	2,10%
Carbohidratos solubles	12,20%
Proteínas crudas	16,25%
Nitrógeno	2,60%
Calcio	0,80%
Magnesio	0,29%
Fósforo	0,33%
Potasio	3,38%
Proteínas digestibles	7,43%
Total Nitrógeno Digestible	63,53%

Fuente: Rodríguez, P. (1999).

En estas condiciones puede reemplazar el mejor concentrado del mercado. En ensilaje la digestibilidad se incrementa a toda la celulosa.(<http://www.maralfalfa.com>. 2006).

## **2. Ventajas del maralfalfa**

- Posee un alto nivel de proteínas, en nuestros cultivos en base seca nos ha dado hasta el 17,2% de proteína.
- Posee un alto contenido de carbohidratos (azúcares) que lo hacen muy apetecible por los animales.
- En la zona ha superado en un 25% de crecimiento a pastos como el King Grass, Taiwán Morado, Elefante, etc.

Robinson D. (2005), reporta que se garantiza que el material vegetativo que se ofrece es legítimo, sin mezclas de otros pastos; debemos aclarar que la semilla presenta merma o deshidratación natural una vez cortada, por lo cual los paquetes de envío de 25 kilos van reforzados con 2 kilos adicionales para compensar dicha merma.

### **a. Uso**

Grijalva, J. (1995), manifiesta que lo consumen bien los bovinos, equinos, caprinos y ovinos. Se ha ensayado con muy buenos resultados el suministro en aves y cerdos. Para el ganado de leche se puede dar fresco, para el ganado de ceba y equinos se recomienda siempre suministrarlo marchito. Además puede ser ensilado.

## **b. Más producción por hectárea**

Produce entre 200 y 400 TM. por Hectárea, es un forraje de alto contenido proteico que llega hasta el 20% y azúcares que es del 12 %, con una excelente palatabilidad y resistencia a sequía y a excesos de agua.

## **3. Información de importancia**

Rodríguez, P. (1999). Señala que es importante destacar lo siguiente, el Pasto Maralfalfa es injertado y posee varios componentes Genéticos, por ser un injerto es susceptible de ser afectado por múltiples factores, entre ellos los Ambientales ó Físicos tales como Temperatura, Humedad Ambiental, Suelo, Drenaje, Vientos, Evapotranspiración Potencial, Precipitación, etc. Así como por Factores Químicos y Biológicos, de tal manera que para poder tener Material Genético de Primera, los Productores deben establecer Bancos de Germoplasma ó Semilleros, con Plantas Madres de 1ª Generación , las cuáles deben conservarse en óptimas Condiciones de Riego, Drenaje, Fertilización, Control de Malezas, etc. Esto con la finalidad de mantener inalterables y así preservar las características genéticas y por supuesto las condiciones nutricionales del Pasto Maralfalfa, ya que en la medida que se van cambiando de generación en generación este tiende a degenerarse y van desapareciendo algunos de sus componentes genéticos.

Conti, C. (2000), reporta que es importante educar a todos los productores sobre esto porque el material de semilla puede perfectamente utilizarse como forraje, pero el material de forraje no, porque se degenera y los productores estarían posteriormente cosechando un Pasto de inferior calidad al que lograrían si trabajaran con la primera generación ó material original, como semilla ó plantas madres. En otros países se ha estudiado el pasto maralfalfa durante los últimos años y se han observado respuestas satisfactorias a todas las dudas y conjeturas que se han expresado alrededor de esta especie.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la provincia del Chimborazo, cantón Chambo, parroquia la Matriz, en la hacienda “CHUGLLIN” ubicada en el kilometro 1 de la vía Ulpan. Su localización geográfica es: latitud occidental  $78^{\circ} 35' 32''$ , Latitud sur de  $01^{\circ} 42' 32''$  y altitud de 2700 msnm. El tiempo de duración de la investigación fue de 150 días de trabajo experimental de campo. Las condiciones meteorológicas de la hacienda Chugllin se indican en el cuadro 5.

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE CHUGLLIN.

PARÁMETROS	UNIDAD	MEDIA
Temperatura	°C	14.5
Humedad relativa	%	65
Precipitación anual	mm	695

Fuente: Municipio del cantón Chambo (2007).

#### 1. Características del suelo

Las características del suelo se representan en el cuadro 6.

Cuadro 6. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

PARÁMETROS	VALORES
pH	6,5
Relieve	Regular
Tipo de Suelo	Arcilloso
Riego	Existente
Drenaje	Bueno
Pendiente	5%

Fuente: Alzamora, F. (2009).



## **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

La investigación propuesta se desarrolló en un cultivo establecido de maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) de aproximadamente 20 meses de edad. Las unidades experimentales estuvieron constituidas por parcelas de 5 x 5 metros para cada tratamiento; para la investigación se aplicaron 3 tratamientos más 1 testigo con 3 repeticiones, teniendo un total de 12 parcelas, las mismas que fueron delimitadas con estacas y rótulos de identificación, el área total del campo experimental fue de 300 m<sup>2</sup> de área útil.

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

### **1. De campo**

- Estacas.
- Material vegetativo ya establecido.
- Flexómetro.
- Machetes.
- Azadones.
- Regla graduada.
- Rastrillos.
- Hoces.
- Tijeras.
- Piola.
- Carretilla.
- Rótulos de Identificación.
- Tarjetas de identificación.
- Fertilizante: humus.

### **2. Equipos**

- Tractor.

- Cosechadora.
- Remolque forrajero.
- Balanza de precisión.
- Cámara fotográfica.
- Filmadora.

### 3. Laboratorio

- Estufa.
- Fundas de Papel.
- Balanza de reloj.
- Balanza Analítica.
- Computadora.

## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se avaluo la utilización de 4, 6 y 8 tn/ha vs un tratamiento testigo sin aplicación de humus, buscando cual es el mejor tratamiento de fertilización, para mejorar el potencial forrajero del *Pennisetum violaceum* (maralfalfa), así como el análisis de la composición química del mejor tratamiento. Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A.), en arreglo bifactorial ,en donde se evaluaron 4 tratamientos y cada uno de estos con 3 repeticiones y en 2 replicas.

### 1. Modelo lineal matemático

La ecuación es la siguiente:

$$X_{ijz} = \mu + T_i + B_j + A_k + (T_i * A_k)_{ijk} + \epsilon_{ijyz}$$

$X_{ijz}$  = valor estimado de la variable

$\mu$  = efecto de la media general

$T_i$  = Efecto del factor A (niveles de humus)

$B_i$ : Efecto de los bloques

$A_j$  = Efecto del factor B (Replicas)

$T_i * A_k$  = Efecto de la interacción entre los dos valores

$\epsilon_{ijyz}$  = Efecto del error experimental

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

- Producción de forraje verde, (tn/ha).
- Producción de materia seca, (tn/ha)..
- Altura de la planta a los 45 y 75 días
- Análisis proximal del mejor tratamiento a los 45 y 75 días.
- Evaluación económica.

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

Los resultados obtenidos fueron sometidos a las siguientes técnicas estadísticas.

- Análisis de Varianza (ADEVA).
- Separación de medias según la prueba de Tukey a niveles de significancia de P 0,01 y P 0,05 %
- Análisis de Regresión y correlación.

### **1. Esquema del experimento**

En el cuadro 7, se demuestra el esquema del experimento.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

<b>Tratamiento</b>	<b>Replicas</b>	<b>Código</b>	<b>T/ U m2</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Total</b>
<b>Factor A</b>	<b>Factor B</b>				<b>en m<sup>2</sup></b>
Testigo	1	T0 B1	25	3	75
	2	T0 B2			
4tn/ha	1	T1 B1	25	3	75
	2	T1 B2			
6tn/ha	1	T2 B1	25	3	75
	2	T2 B2			
8tn/ha	1	T3 B1	25	3	75
	2	T3 B2			
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>		<b>300</b>

Fuente: Alzamora, F. (2010).

## 2. Esquema del ADEVA

En el cuadro 8, se indica el esquema del ADEVA, utilizado.

Cuadro 8. ESQUEMA DEL ADEVA.

<b>FUENTE DE VARIACION</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	23
Bloques	2
Factor A (Niveles de humus)	3
Factor B (replicas)	1
INT A*B	3
ERROR	14

Fuente: Alzamora, F. (2010)

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- La investigación propuesta se desarrolló en un cultivo establecido de maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) de aproximadamente 20 meses de edad, en la hacienda Chugllin del Cantón Chambo, Provincia del Chimborazo.
- Se partió con un corte de igualación al mismo tiempo que se efectuó el análisis químico del suelo antes de la aplicación de los diferentes tratamientos para la correspondiente discusión con los resultados obtenidos y la información bibliografía que pueda compilarse.
- Las únicas labores culturales del cultivo se resumió en el control de malezas y la aplicación del riego en función de las condiciones ambientales que predominaron en la zona de estudio.
- Las unidades experimentales se constituyeron por parcelas de 5 x 5 m, disponiéndose un área total de 300 m<sup>2</sup>. La evaluación de la producción de forraje verde y materia seca se realizó a los 45 y 75 días en dos cortes, basados en lo que exponen la literatura científica encontrada, ya que esta planta no manifiesta los estados fenológicos comúnmente conocidos.
- El valor nutricional se determinó a través del análisis proximal que se efectuó en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Altura de la planta se tomó a los 45 y 75 días, considerando que una de ellas sería las edades óptimas para la utilización del pasto.

## H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

### 1. Altura de la planta a los 45 y 75 días

La altura de la planta se expresó en centímetros tomando la misma desde la corona de la planta, hasta la media terminal de la hoja más alta, se efectuó a los

45 y 75 días luego del corte de igualación, para ello se tomaron ocho plantas al azar y se registró el promedio de la altura.

## **2. Producción de forraje en materia verde y seca**

La producción de forraje se evaluó, aplicando el método del cuadrante y se lo calculó mediante una regla de tres aritmética y se expresó en tn/ha; de esta muestra se tomó una sub muestra para determinar la materia seca.

## **3. Análisis proximal**

La determinación de Humedad, Cenizas, Fibra, Proteína Bruta y Extracto Etéreo se lo efectuó, cuando la planta alcanzó el estado óptimo, y se envió para ello una muestra al laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

## **4. Evaluación económica**

Este parámetro se lo evaluó a través del análisis beneficio/costo.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. EVALUCIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DE DEL PASTO MARALFALFA, *PENNISETUM VIOLACEUM*.**

###### **1. Altura de la planta a los 45 días**

Los valores obtenidos de altura a los 45 días de corte, registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.003$ ), por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus, presentándose la mayor altura en las plantas fertilizadas con 8 Tn/ha (T3), de humus con 1.16 m, en comparación del tratamiento testigo (T0), que registró 0.94 m, y que difieren estadísticamente según Tukey ( $P < 0.05$ ), de las plantas de fertilizadas con 4 y 6 Tn/Ha de humus ya que registraron una altura de 1.06 y 1.07 m, respectivamente, como se indica en el cuadro 9 y gráfico 1. Lo que nos permite determinar que si fertilizamos con mayor cantidad de humus, se consigue mayor altura de la planta a los 45 días, lo que puede deberse a lo que señala Sañudo, A.(2002), que, el humus es un producto de coloración oscura, que resulta de la descomposición de los tejidos vegetales y animales que se encuentran en contacto con el suelo, el ingrediente activo por así decirlo de estos productos son restos o excreciones vegetales o animales, que con su acción, mejoran la nutrición de las plantas y estimulan su crecimiento, con el consecuente incremento en los rendimientos agroindustriales, sin dañar en gran medida el equilibrio entre los componentes bióticos y abióticos de los agro ecosistemas y por lo tanto provocan el aumento de la altura de la planta de *Pennisetum violaceum*, (maralfalfa).

Tomando en consideración los valores obtenidos de altura de la planta a los 45 días por Romero, J. (2010), quien al evaluar el grado de adaptación y utilización de biofertilizantes en la producción de forraje del Maralfalfa reporta valores de altura de 1.12 m se puede indicar que los resultados obtenidos son inferiores lo que puede deberse a que las condiciones climáticas reinantes en

Cuadro 9. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DEL PASTO MARALFALFA, *PENNISETUM VIOLACEUM*.

VARIABLES	Testigo		4tn/ha		6tn/ha		8tn/ha		$\bar{x}$	CV	Sx	Prob	Sign
	T0		T1		T2		T3						
Altura de la planta a los 45 días, (metros)	0,94	d	1,06	c	1,07	b	1,16	a	1,06	2,20	0,01	0,003	**
Altura de la Planta a los 75 días, (metros)	1,36	d	1,76	b	1,71	c	1,90	a	1,68	5,12	0,02	0,002	**
Producción de forraje verde 45 días (tn/ha)	6,65	d	10,79	c	11,36	b	14,40	a	10,80	3,76	0,12	0,001	**
Producción de forraje verde 75 días (tn/ha).	22,42	d	42,95	c	44,68	b	64,68	a	43,68	9,98	1,26	0,003	**
Producción de materia seca 45 días, (tn/ha).	2,67	d	6,09	c	6,85	b	8,57	a	6,05	3,77	0,07	0,0001	**
Producción de materia seca 75 días, (tn/ha).	9,02	d	24,66	c	27,19	b	39,07	a	24,98	10,33	0,75	0,001	**

Fuente: Alzamora, F. (2010).

$\bar{x}$ : Media general.

CV: Coeficiente de variación.

\*\* : Medias con letras diferentes en la misma fila si difieren estadísticamente según Tukey (P<0.05).

Sx: Desviación estándar.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.



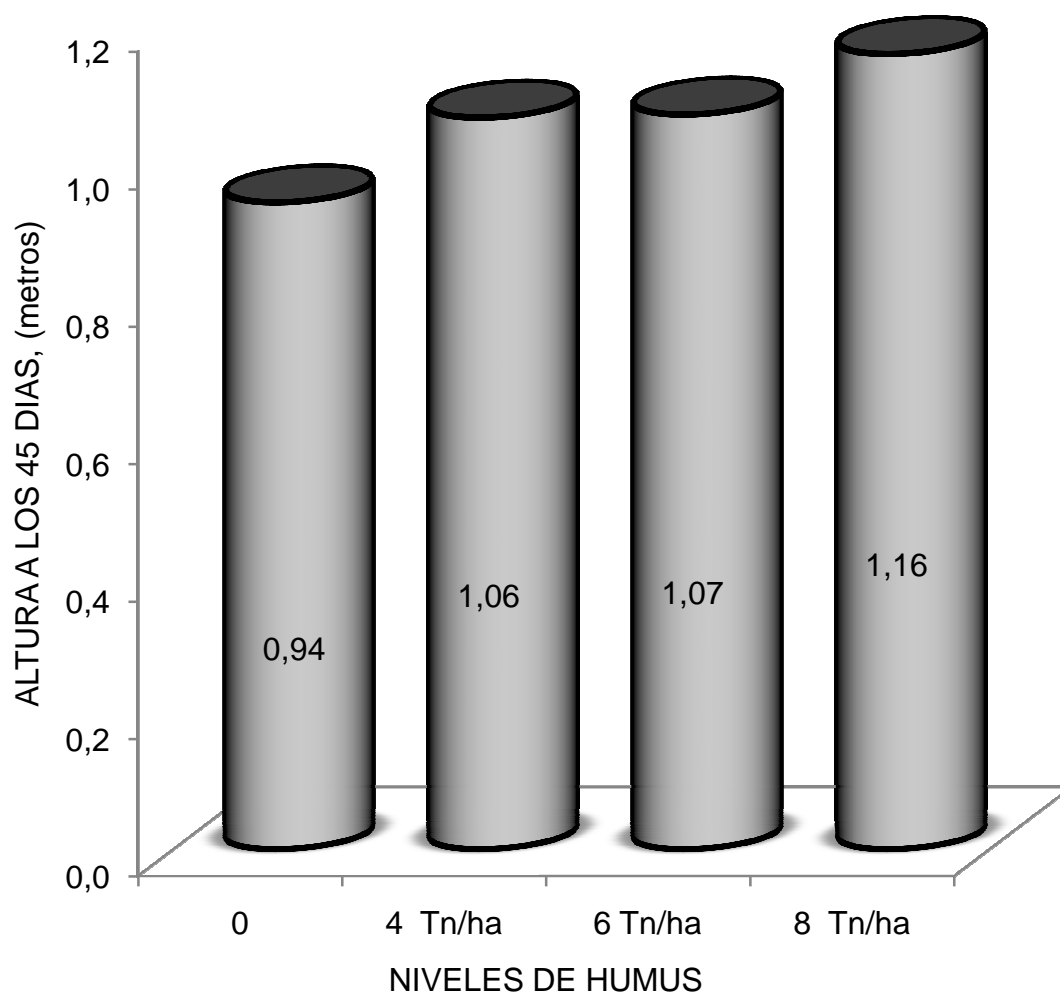


Gráfico 1. Comportamiento de la altura de la planta a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

los períodos de producción, fueron los mejores, considerándose que el empleo de diferentes niveles de fertilización con humus propicio un mejor desarrollo de las plantas que cuando no se utilizó este fertilizante (T0).

[\(http://www.proyectosagropecuarios.com\)](http://www.proyectosagropecuarios.com).(2010), reportan alturas de la planta a los 45 días entre 0,95 a 1.05 m, estos valores son similares a los obtenidos en el presente estudio con la aplicación de diferentes niveles de humus ya que este producto agrega las partículas y esponja el suelo, mejorando por tanto su estructura y retiene agua y minerales y así no se lavan y pierden en profundidad; igual que hace la arcilla.

Mediante el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 2, se determinó una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0.01$ ), con un ecuación para altura de la planta a los 45 días de  $0.94 + 0.024x$  que indica que partiendo de un intercepto de 0.94 la altura de la planta se incrementa en 0.024 centesimas por cada unidad de cambio del nivel de humus aplicado a la fertilización de la maralfalfa. El coeficiente de determinación nos reporta un grado de asociación de estas dos variables de 86.47% en tanto que el 13.53% restante depende de otros factores no considerados en la investigación y que tienen que ver principalmente con la calidad del humus y las condiciones ambientales en la época de producción.

## **2. Altura de la planta a los 75 días**

Al evaluar la altura de planta a los 75 días se registró diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), entre medias, presentándose la mayor altura de 1.90m, en las plantas fertilizadas con 8 Tn/ha de humus (T3), y la menor altura 1.36 m, en las plantas del grupo control (T0), y que difieren estadísticamente según Tukey ( $P < 0.05$ ), de las plantas fertilizadas con 4 y 6 Tn/ha de humus (T1 y T2), con 1.76 y 1.71 m, respectivamente, como se ilustra en el gráfico 3. De acuerdo a los reportes antes indicados demostró que el mejor desarrollo vegetativo de la maralfalfa (altura), se consigue con la aplicación de mayores niveles de humus

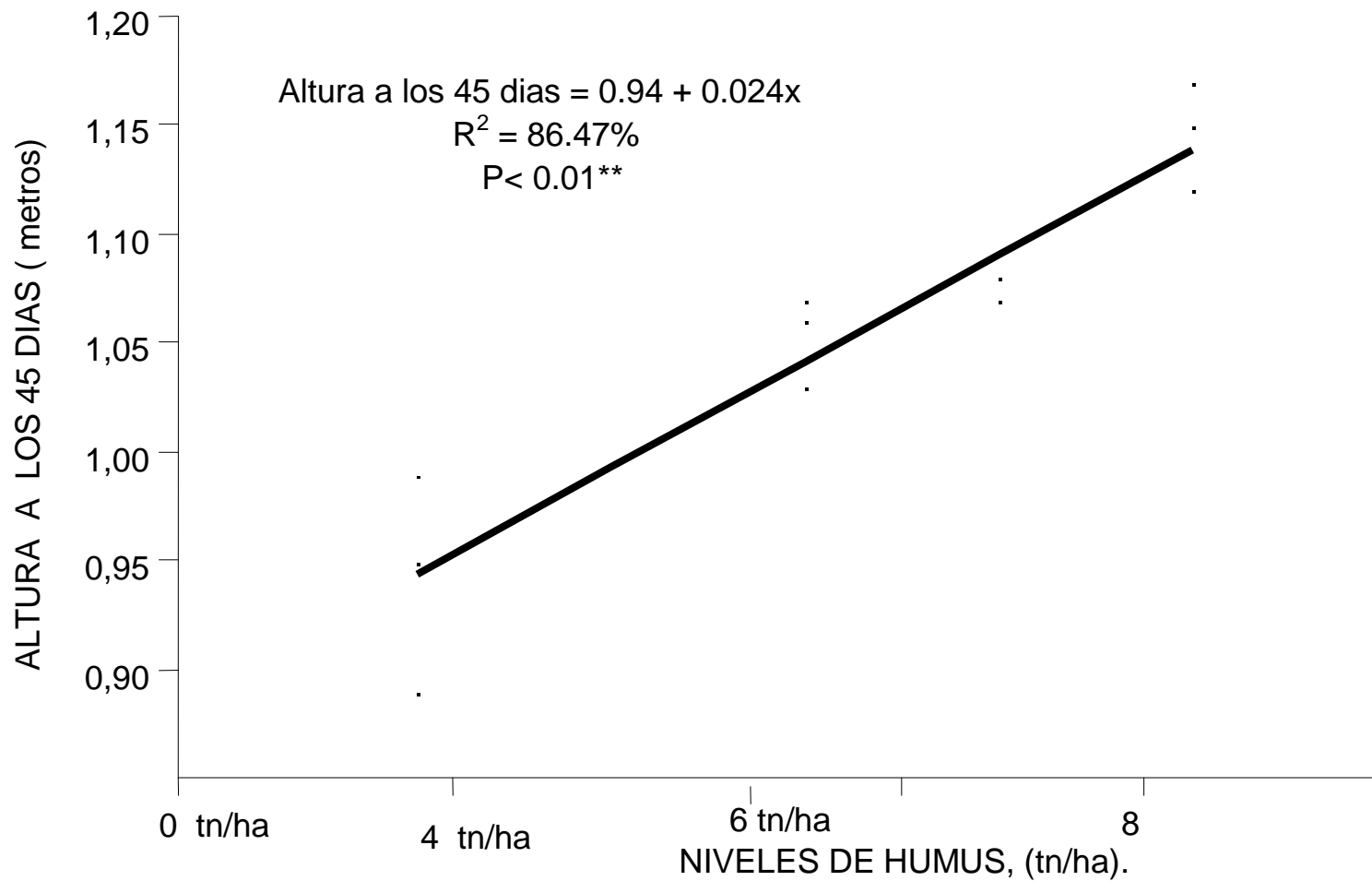


Gráfico 2. Regresión de la altura de la planta a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

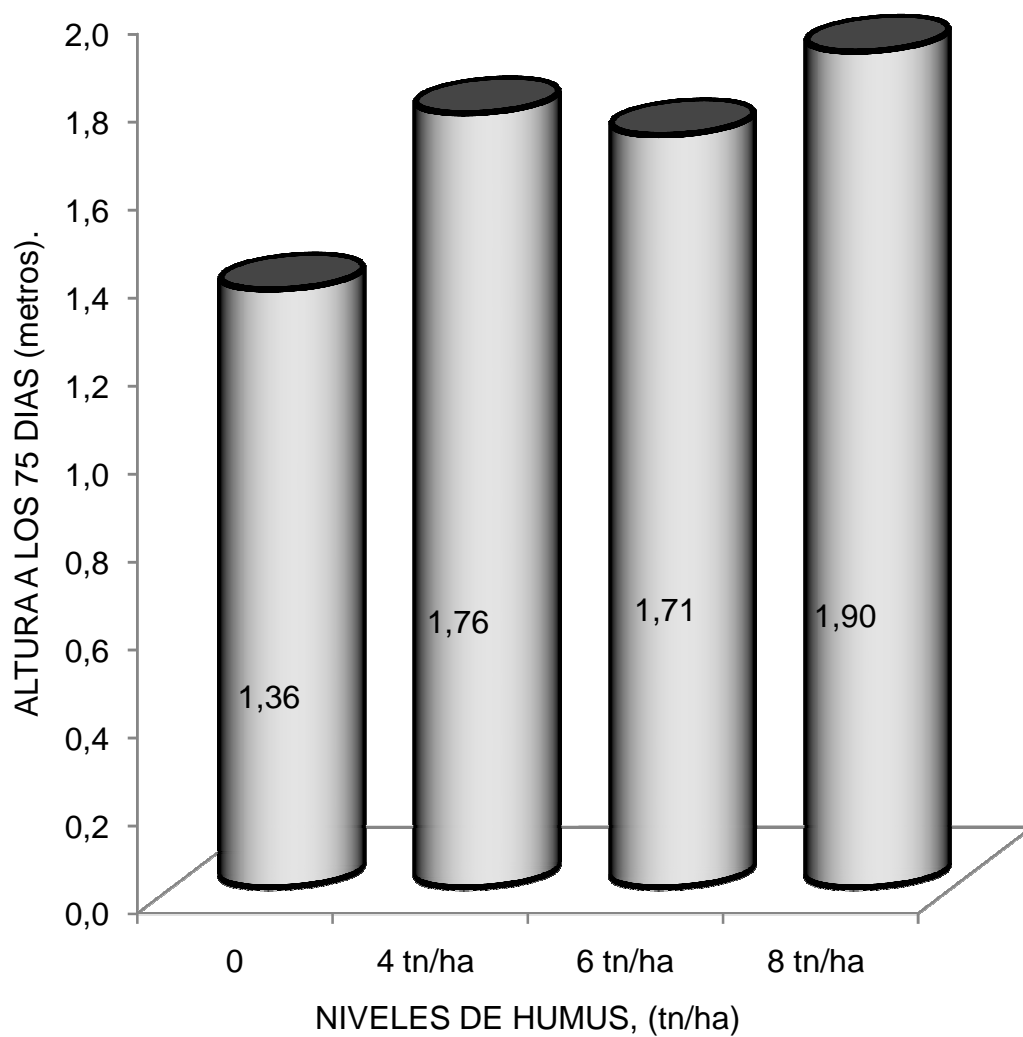


Gráfico 3. Comportamiento de la altura de la planta a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

lo que puede deberse a lo manifestado en <http://www.dobleu.com>.(2005), que indica que el humus muestra una estructura espacial "amorfa"; son compuestos de pesos moleculares que van desde 3.000 a 500.000 UA y que en su periferia se encuentran grupos reactivos de carácter ácido (OH y COOH) los cuales hacen posible que el humus, pueda absorber en la superficie agua y elementos nutritivos que pueden ser utilizados por las plantas. Esta acción de imán del humus, hace posible que los suelos que lo contienen presenten una mejor estructura, debido a que actúa como cemento de unión entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares, que permiten un mejor desarrollo radicular, mejorando el intercambio gaseoso, activando a los microorganismos del suelo, aumentando la oxidación de la materia orgánica y por ende la entrega de nutrientes en formas químicas en que las plantas los pueden asimilar, estimulando de esta manera el crecimiento vegetal.

Mediante el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 4, se determinó una tendencia lineal positiva altamente significativa con una ecuación para altura a los 75 días =  $1.39 + 0.068x$  que indica que partiendo de un intercepto de 1.39 la altura a los 75 días incrementa en 0.068 centésimas por cada unidad de cambio en el nivel de humus, y con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 86,38%. Al comparar los resultados obtenidos de la altura de la maralfalfa a los 75 días (1.68 m), con los reportados por Cruz, D. (2008), quien registra medias de 1.31 m, podemos ver que son superiores y que es un buen indicador del desarrollo vegetativo de la planta sobre todo si se toma en consideración que el autor antes mencionado realizó fertilizaciones químicas, que muy contrarias a las de la investigación en las que se aplicó fertilización orgánica nos permiten estimar que este tipo de pastos presentan una excelente capacidad de desdoblamiento de los nutrientes del suelo como también una alta capacidad de extracción de minerales del suelo, por lo que si no se fertiliza habitualmente el suelo quedará desprovisto de minerales y la producción y calidad del forraje estará limitada.

En <http://www.forrages.oregonstate.edu>.(2010), se reporta que en zonas con suelos pobres en materia orgánica que van de franco-arcillosos a franco-arenosos, en un clima relativamente seco, con pH de 5,5, a 5, con una altura

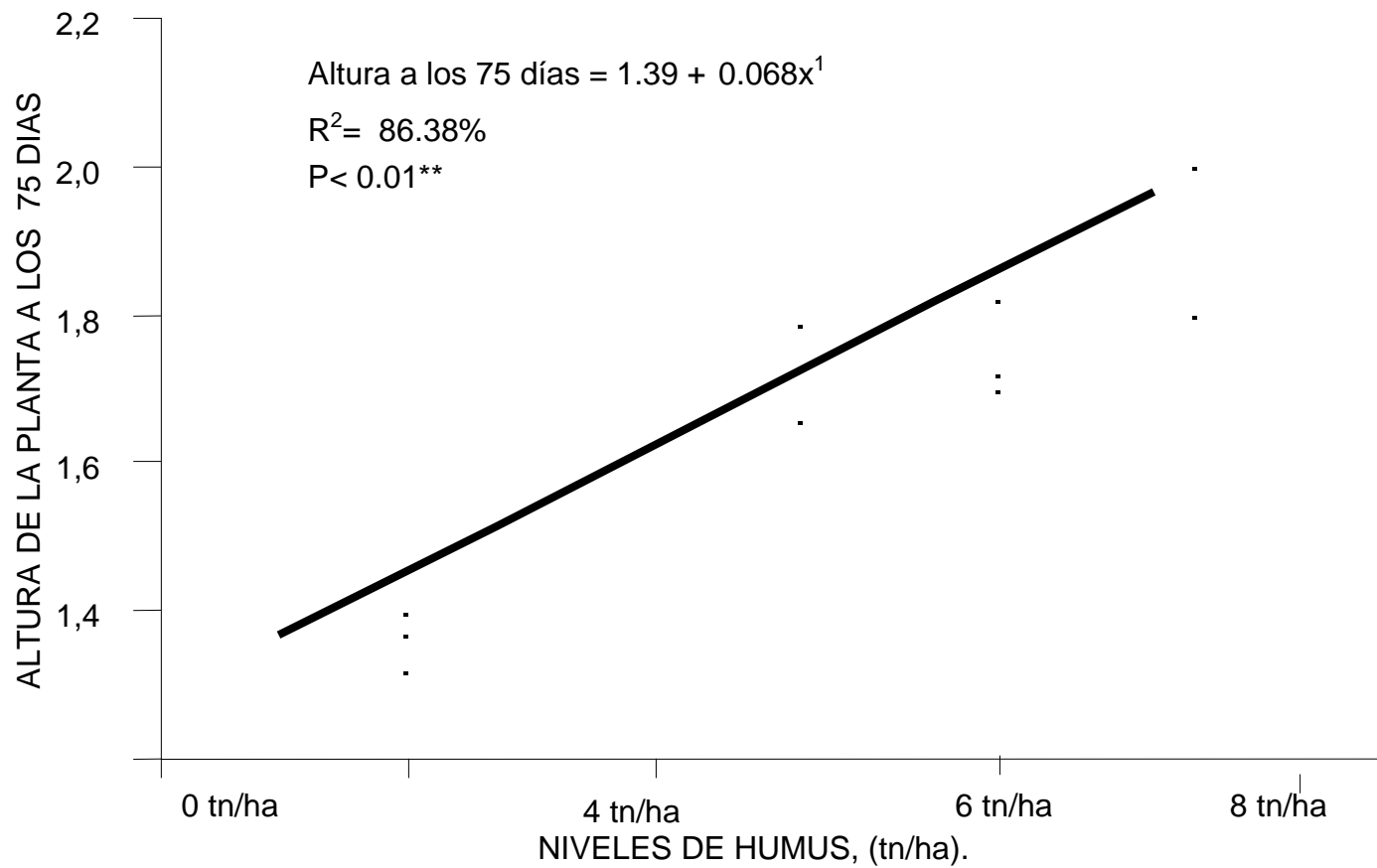


Gráfico 4. Regresión de la altura de la planta a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

aproximada de 1750 m.s.n.m, se han obtenido altura de planta por caña de 2 metros a los 75 días, por lo que podemos manifestar que nuestros reportes son inferiores lo que se debe a que tanto la altura de la región como el pH es mayor y no propicio el mejor desarrollo del pasto maralfalfa pero que además son superiores a los reportados por Romero, J. (2010), quien obtiene a los 90 días una altura de planta de 1,45 metros que es relativamente bajo tomando en consideración además que existe 15 días más de desarrollo vegetativo, en los reportes del mencionado autor.

### **3.Producción de forraje verde a los 45 días**

En la evaluación de la producción de forraje verde a los 45 días se presentó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), por efecto del nivel de humus aplicado a la parcela, registrándose la mejor producciónal aplicar 8 tn/ha de humus, con una producción de 14.40 tn/ha; mientras que, la menor producción fue de 6.65 tn/ha en las parcelas en las que no se aplicó fertilización orgánica (grupo control), como se ilustra en el gráfico 5, en tanto que valores intermedios fueron reportados en las parcelas fertilizadas con 4 y 6tn/ha de humus, con una producción de 10.79 y 11.36 tn/ha de forraje respectivamente, existiendo un coeficiente de variación de 3.76% y una media general de 10.80 tn/ha. Lo que es debido según <http://www.geocities.com>.(2005), a que los abonos compuestos por humus regulan la nutrición vegetal, mejoran el intercambio de iones, mejora la asimilación de abonos minerales, ayuda con el proceso del potasio y el fósforo en el suelo, produce gas carbónico que mejora la solubilidad de los minerales, aporta productos nitrogenados al suelo degradado, permite regular el metabolismo de las plantas por lo que incrementan la producción de biomasa vegetal que se refleja en aumento de la producción de forraje verde.

Al realizar el análisis de regresión de la producción en forraje verde a los 45 días como se ilustra en el grafico 6, se determino una tendencia lineal altamente significativa con una ecuación de  $y = 6.67 + 0.92 x$ , que indica que por cada unidad de cambio en el nivel de humus la producción de forraje verde se incrementa en 0.92 decimas, con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 94.79,

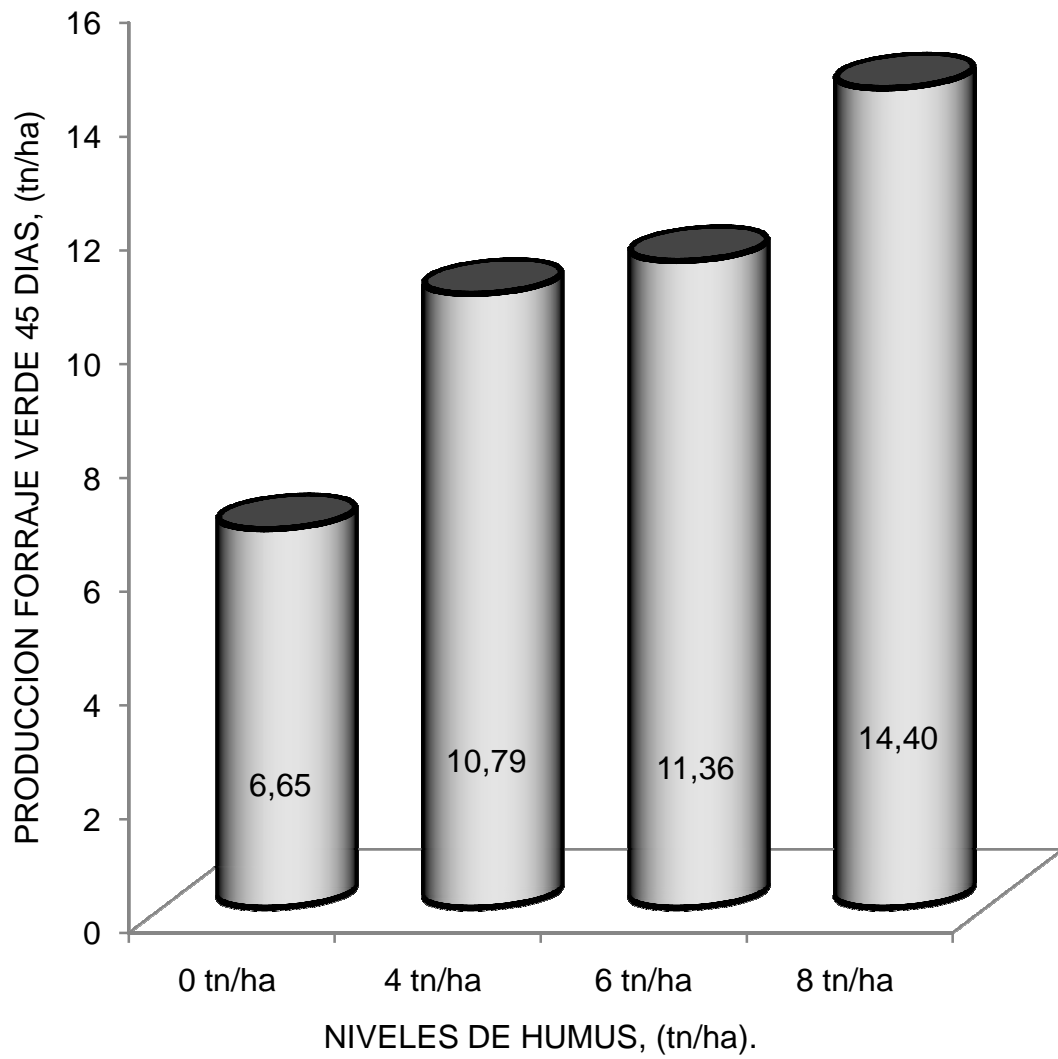


Gráfico 5. Comportamiento de la producción en forraje verde a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.



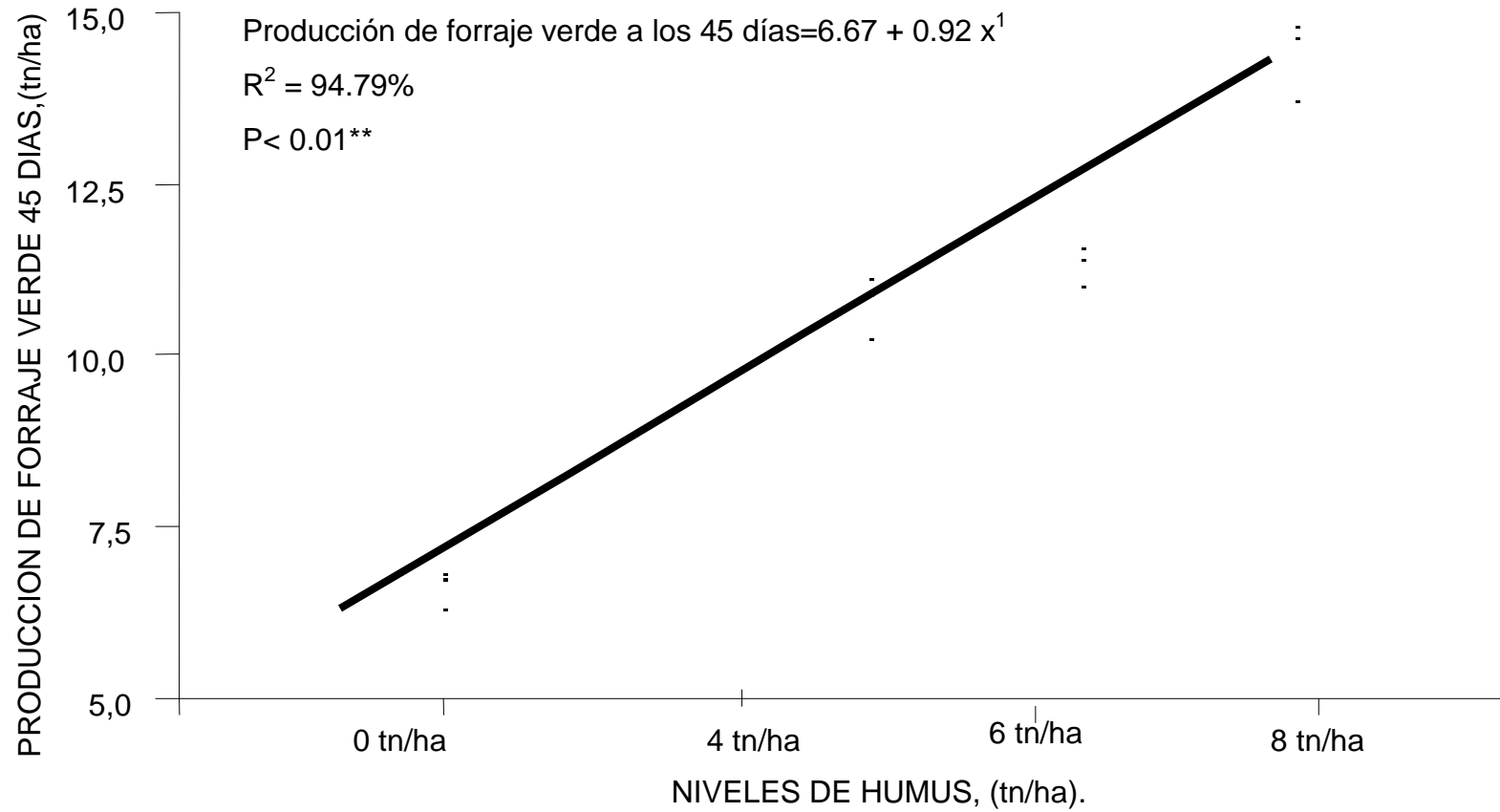


Gráfico 6. Regresión de la altura de la producción de materia verde a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

mientras que el 5.49% restante depende de otros factores no considerados en la investigación.

#### **4. Producción de forraje verde a los 75 días**

Los valores medios obtenidos de la producción de forraje verde del pasto maralfalfa a los 75 días de corte que se ilustra en el gráfico 7, reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.003$ ), registrándose los mayores producciones en las parcelas del tratamiento T3 con 64.68 tn/ha, seguida de las parcelas del tratamiento T1 y T2 con medias de 42.95 y 44.68 tn/ha en tanto que la menor producción de forraje verde se identificó en las parcelas del grupo control (T0), con 22.42 tn/ha. Los valores de nuestra investigación son superiores a los registrados por Cruz, D. (2008), quien al producir pasto maralfalfa con diferentes niveles de nitrógeno registró una producción de forraje verde que osciló entre 33.83 tn/ha a 35.11tn/ha, ya que según <http://www.infoagro.com>.(2009), manifiesta que la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas viables y sostenibles. En la agricultura ecológica se le da mucha importancia a estos productos y cada vez más se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidar la importancia de mejorar las características físicas, biológicas y químicas del suelo, y en este sentido el humus juega un papel muy importante casi fundamental, ya que aumenta la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, además aporta nutrientes minerales lentamente para las plantas a medida que se descompone (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio, etc.).

El humus produce activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia: vitaminas, reguladores de crecimiento (auxinas, giberelinas, citoquinicas) y sustancias con propiedades de antibióticos, que provocan el incremento de la producción en forraje verde. El análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 8, determina una tendencia lineal positiva con una ecuación para producción de forraje verde 75 días =  $21.58 + 4.90 x^1$ , que

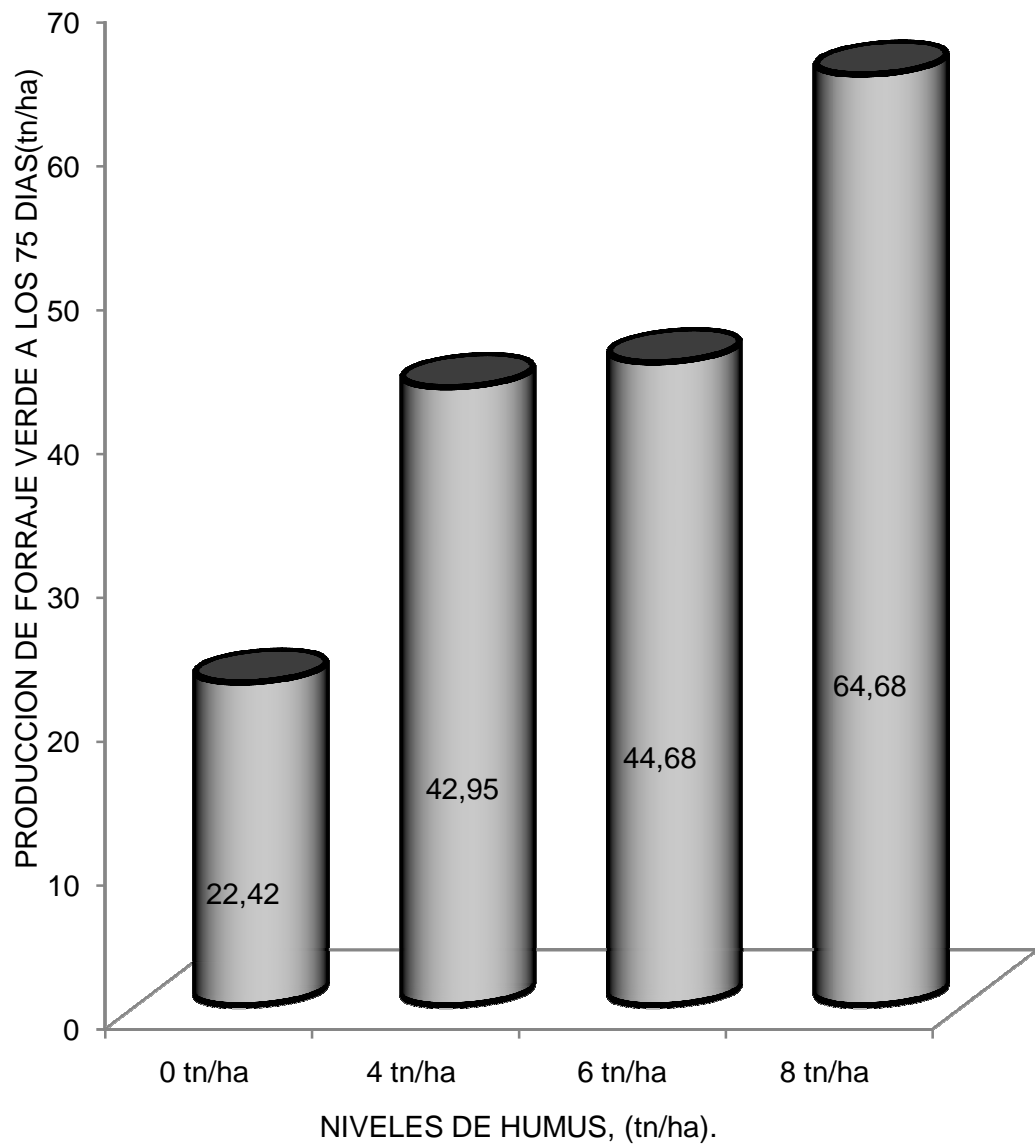


Gráfico 7. Comportamiento de la producción en forraje verde a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

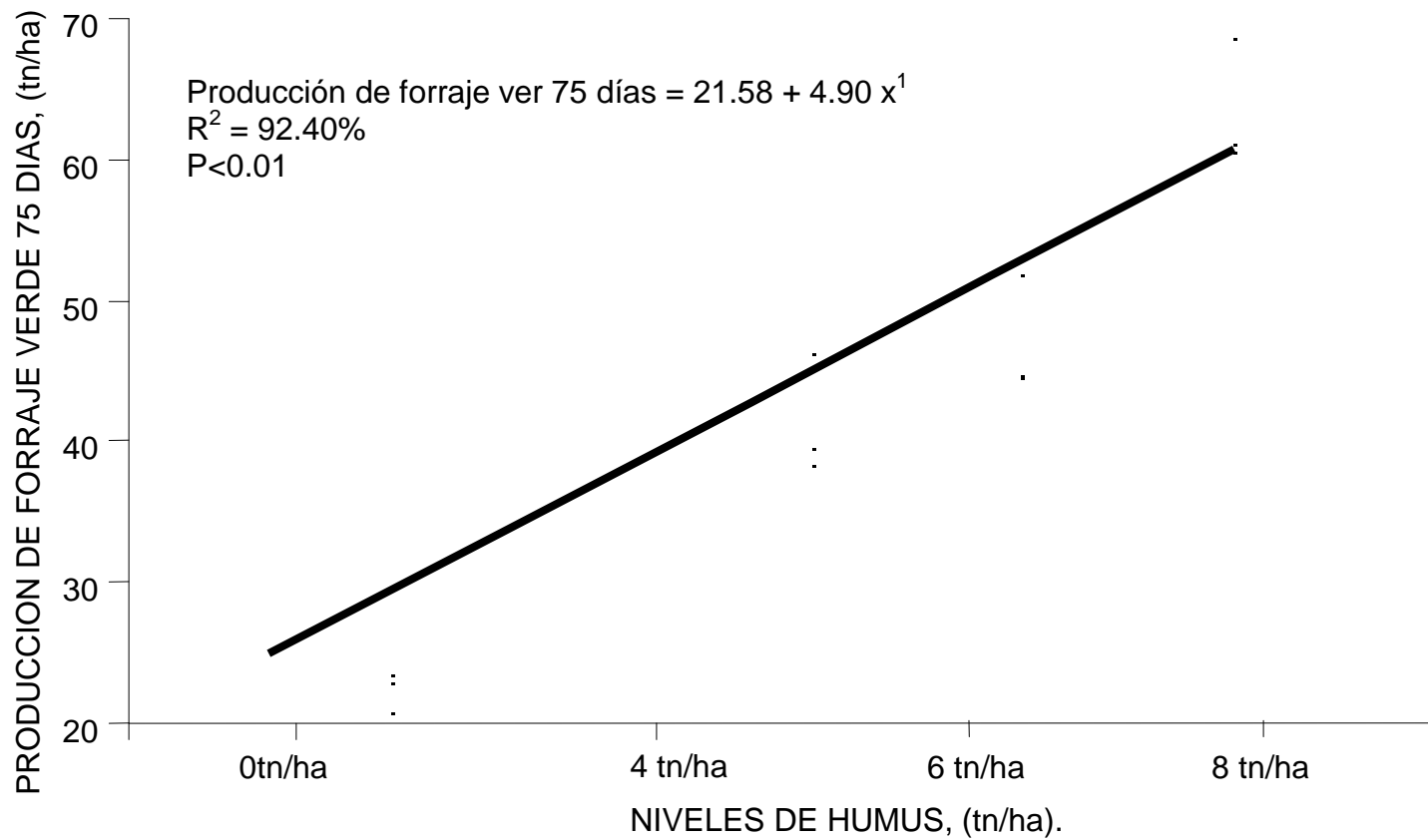


Gráfico 8. Regresión de la producción de materia verde a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

indica que al incrementar el nivel de humus en la fertilización del pasto maralfalfa la producción en forraje verde también se incrementa en 4.90 unidades con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 92.40%.

### **5. Producción de materia seca a los 45 días**

El análisis de la producción de materia seca del pasto maralfalfa fertilizado con diferentes niveles de humus reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0.0001$ ), registrándose que al fertilizar con 8 tn/ha de humus (T3) se alcanzó las mejores producciones en materia seca que equivalen a 8.57 tn/ha, y que difieren estadísticamente según Tukey de las parcelas fertilizadas con 4 y 6 tn/ha de humus con producciones de 6.09 y 6.85 tn/ha, mientras que la producción de materia seca más baja se la registro en las parcelas a las que no se aplico fertilización orgánica (T0), con 2,67 tn/ha, como se ilustra en el gráfico 9. Al analizar los datos antes reportados se puede observar que a medida que se incrementa el nivel de humus en la fertilización del pasto maralfalfa la producción en materia seca aumenta, lo que se debió a lo manifestado en <http://www.infoagro.com>.(2007), que indica que para la protección de la capa fértil del suelo se realizan una variedad de labores culturas que encierran: una rotación adecuada que incluya cultivos con diferentes requerimientos de nutrientes, la conservación de la humedad del suelo, una apropiada preparación del suelo, el mantenimiento de la biología del suelo y el uso de abonos orgánicos como es el caso del humus, por lo que se utiliza el pasto maralfalfa como recuperador de suelos degradados ya que permite cambiar el uso potencial del suelo hacia la producción pecuaria utilizado como pasto de corte. Los resultados obtenidos en cuanto al desarrollo de la planta coinciden con lo publicado por Correa, A. (2002), donde afirma que la Maralfalfa es de rápido crecimiento y alta capacidad de profundización de las raíces, incrementando así la materia seca.

El análisis de la regresión tomando como referencia la producción en materia seca a los 45 días con los niveles de humus utilizados establecieron una tendencia lineal positiva altamente significativa con una ecuación de  $y = 2.82 + 0.73x$ , como se ilustra en el gráfico 10, que determinan que la planta presentan

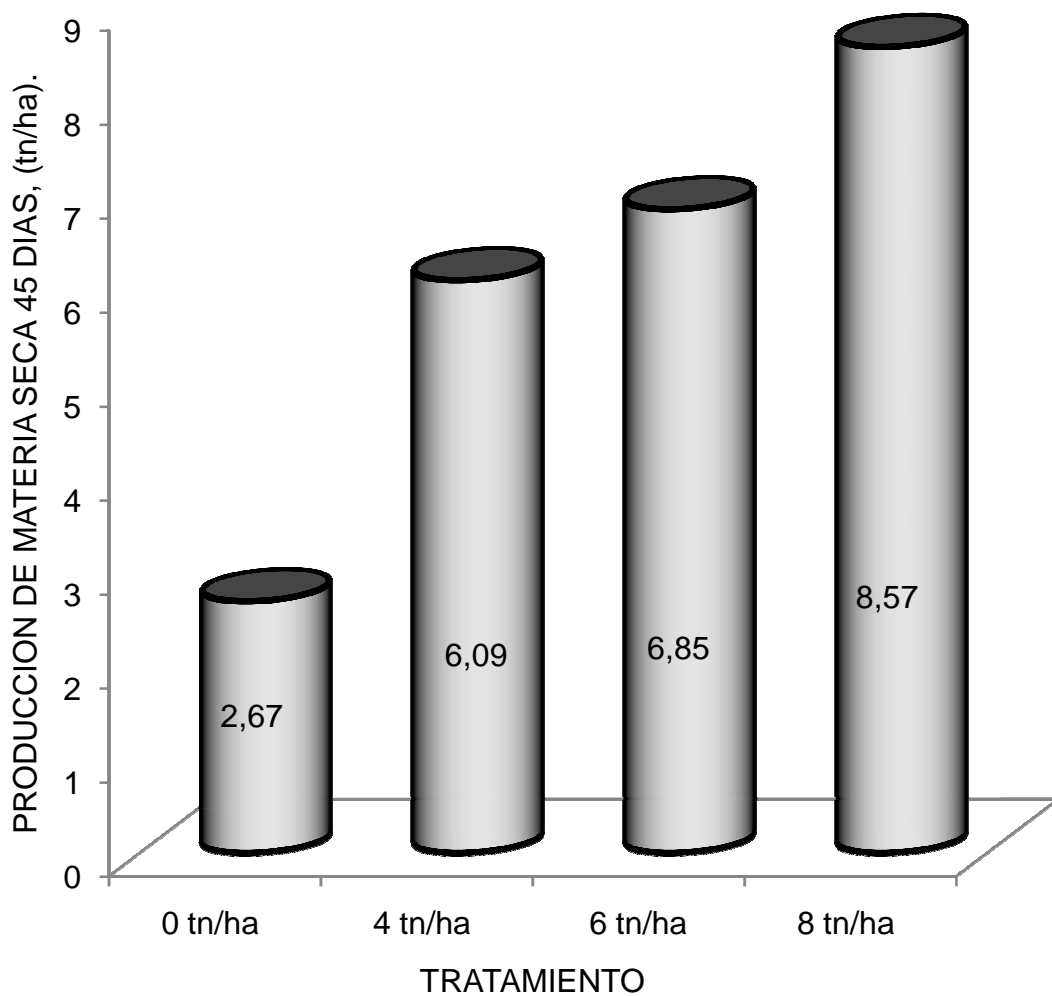


Gráfico 9. Comportamiento de la producción en materia seca a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

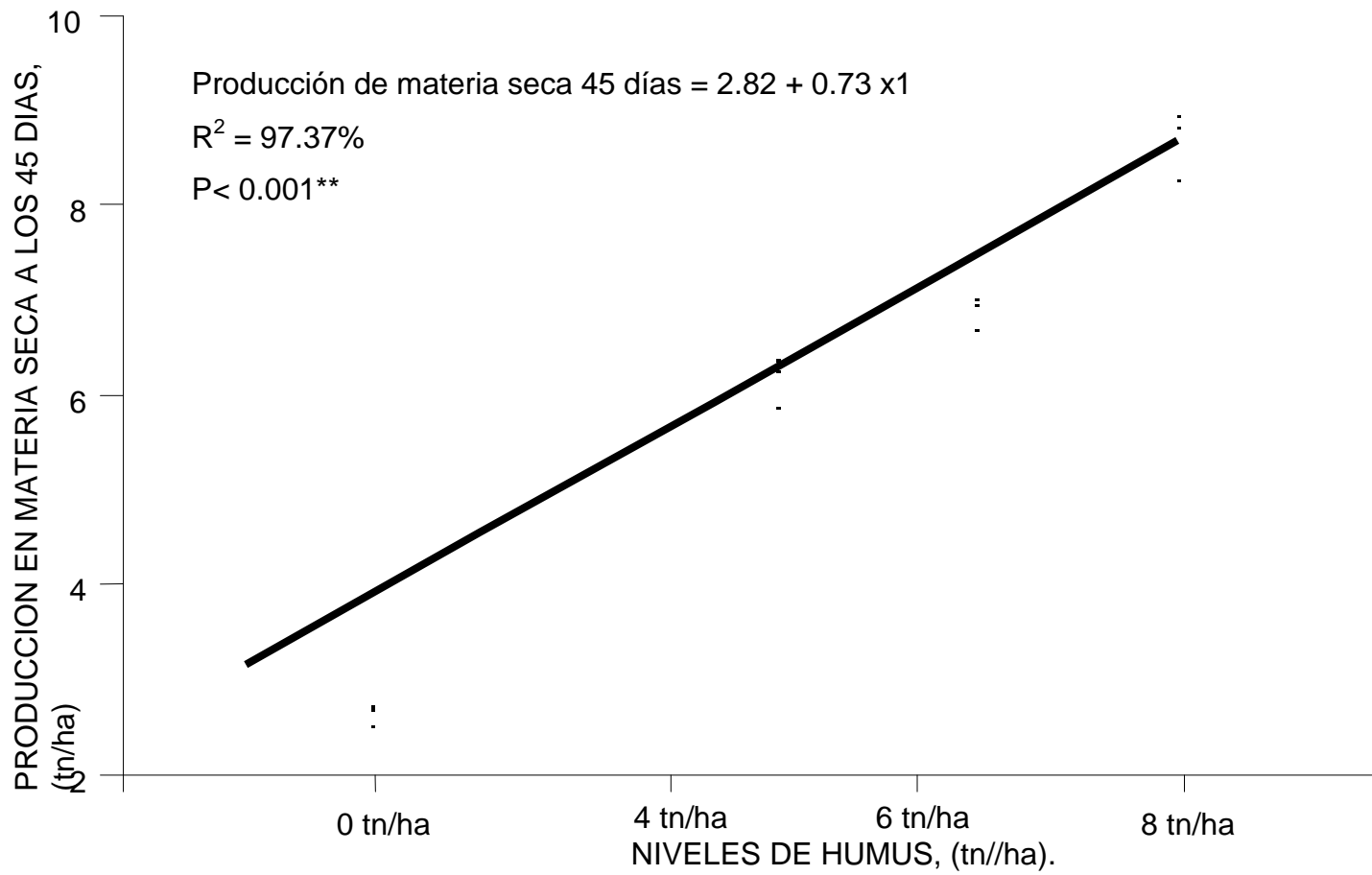


Gráfico 10. Regresión de la producción de materia seca a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

un incremento en materia seca a medida que se elevan los niveles de humus, en una forma proporcional.

## **6. Producción de materia seca a los 75 días**

En el análisis de los resultados de la producción de materia seca del pasto maralfalfa registró diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.001$ ), por efecto del nivel de humus, en donde al analizar el gráfico 11, se deduce que la mayor producción de materia seca se presentó en las parcelas del tratamiento T3 con 39.07 tn/ha y la menor producción en las parcelas del grupo control con 9.02 tn/ha, mientras que producciones en materia seca intermedias fueron las registradas en las parcelas del tratamiento T1 y T2 con 24,66 y 27,19tn/ha. Determinándose por los reportes antes indicados que a mayor nivel de humus (8 tn/ha), la producción en materia seca del pasto maralfalfa se incrementa, que puede deberse según <http://www.humus.com>.(2010), a que el humus resulta de la descomposición de la materia orgánica que aporta al suelo un alto contenido de nutrientes minerales como son principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, que pueden ser tomados directamente por las raíces, y que al cultivar el pasto maralfalfa debemos recordar que la mayoría de las gramíneas perennes cultivadas tiene altos requerimientos de nitrógeno y los suelos donde se los cultiva generalmente son bajos en materia orgánica y proveen bajas cantidades de N, al cultivo, lo que puede ser compensado con la fertilización con humus en niveles apropiados ya que el nitrógeno es el nutriente más fácil de manejar para satisfacer los objetivos de producción provocando así el crecimiento activo del pasto y por ende un incremento en la producción de materia seca.

Los reportes de nuestra investigación al ser cotejados con los resultados obtenidos por Cruz, D. (2008), quien al aplicar diferentes niveles de fertilizantes con base de nitrógeno y fosforo (90 N – 120 P; 120 N – 90 P y 60 N-60 Pkg/ha), registró una producción en materia seca de 25.67, 25.87 y 25.78 tn/ha, podemos ver que son superiores, y que puede deberse a que el humus aporta una elevada cantidad de minerales los cuales son fácilmente asimilables por este tipo de gramíneas, pero los valores de nuestra investigación son inferiores a los



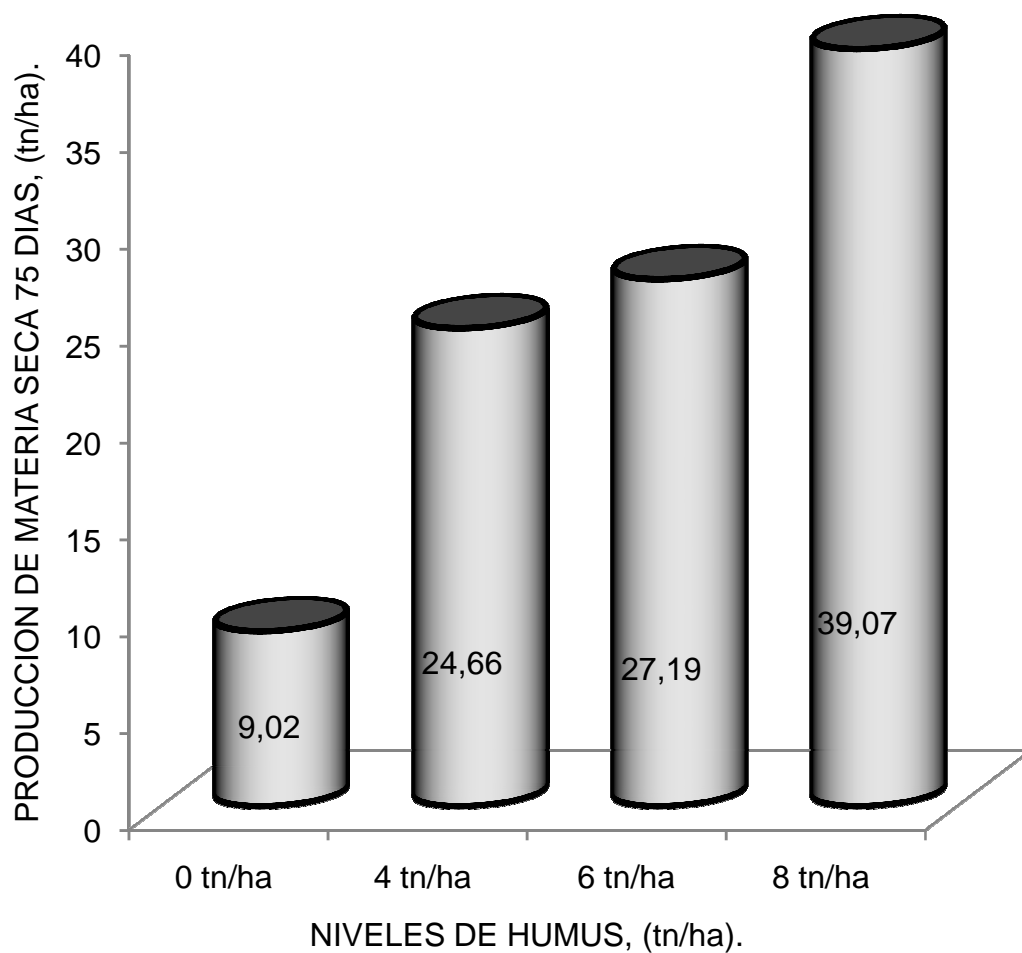


Gráfico 11. Comportamiento de la producción en materia seca a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

reportados en <http://www.maralfalfa.com>(2005), que reporta producciones del maralfalfa entre 50 y 55 Tn/MS/ha, y finalmente al cotejarlas con los reportes de Romero, J.(2010), quien indica una media general de 65,85 Tn/MS/ha, podemos identificar que son inferiores a nuestros resultados y que se debe a que el mencionado autor fertilizó con micorrizas que son capaces de absorber acumular y transferir los principales macro y micronutrientes a la planta. .

En la ilustración del gráfico 12, podemos verificar una tendencia lineal positiva altamente significativa en la que la ecuación para laproducción en materia seca a los 75 días =  $8.91 + 3.57x$ , define una tendencia a incrementarse la materia seca a un equivalente de 0.36 decimas por cada unidad porcentual de aumento en el nivel de humus. El coeficiente de determinación nos indica un valor porcentual de 95.84%, en tanto que el 4,16% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver principalmente con las condiciones medioambientales reinantes en el periodo de producción

## **B. EVALUCIÓN DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DEL PASTO MARALFALFA, POR EFECTO DE LAS RÉPLICAS**

### **1. Altura de la planta a los 45 días**

En la evaluación de la altura de la planta de maralfalfa a los 45 días no se registro diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), por efecto de las replicas, aunque numéricamente se observa cierta superioridad en las parcelas de la segunda réplica que reportaron una altura media de 1.12 m, en tanto que en las parcelas de la primera réplica la altura fue de 1.09 m, como se indica en el cuadro 10. Los reportes antes mencionados al no registrar diferencias estadísticas entre réplicas, son indicativos de que al pasto sedesarrolló en condiciones ambientales homogéneas, pero para la segunda replica se presentó una precipitación más elevada y además la calidad del humus tuvo un mayor tiempo de fermentación, lo que permitió, que contribuyeron a la absorción de agua y de nutrientes por

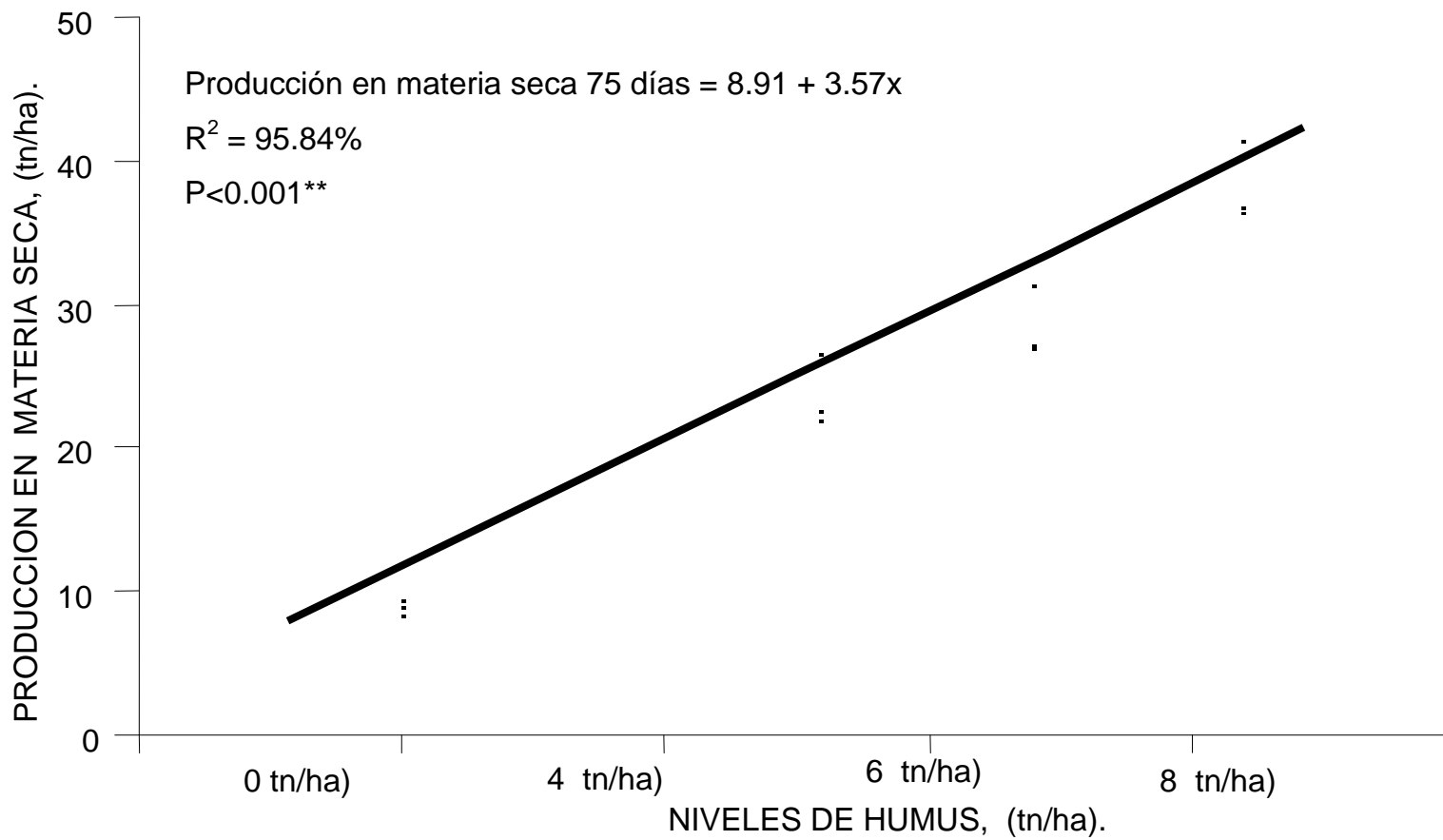


Gráfico 12. Regresión de la producción en materia seca a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

Cuadro 10. EVALUCIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DEL PASTO MARALFALFA, POR EFETO DE LAS RÉPLICAS.

VARIABLES	EFECTO DEL FACTOR B		$\bar{X}$	Sx	Prob	Sig
	Réplica 1	Réplica 2				
Altura de la planta a los 45 días, (m).	1,09 a	1,12 a	1,11	0,01	0,23	ns
Altura de la Planta a los 75 días, (m).	1,69 a	1,74 a	1,71	0,05	0,37	ns
Producción de forraje verde a los 45 días, (tn/ha).	10,79 a	10,86 a	10,82	0,14	0,45	ns
Producción de forraje verde a los 75 días,(tn/ha).	43,63 a	43,67 a	43,65	1,67	0,69	ns
Producción de materia seca a los 45 dias, (tn/ha).	6,06 a	6,17 a	6,11	0,12	0,36	ns
Producción de materia seca a los 75 dias,(tn/ha).	24,96 a	24,86 a	24,91	0,90	0,12	ns

Fuente: Alzamora, F. (2010).

$\bar{X}$  : media general

Sx: desviación estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: significancia.

Ns: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P<0.05).

parte de la planta ya que como sabemos de acuerdo a lo manifestado por Hajduk, W. (2004), indica que este tipo de gramínea de corte es exigente en humedad, Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y se considera la más grande de las familias del reino vegetal, tiene una alta capacidad de producción de forraje, de buena calidad nutricional y de una excelente palatabilidad.

## **2. Altura de la planta a los 75 días**

La altura promedio obtenido del pasto maralfalfa a los 75 días fue de 1.71 m, en esta época de corte no existe diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), por efecto de las replicas, aunque numéricamente las mayores alturas se encuentran en las parcelas de la segunda replica, con 1,74 m seguida de las parcelas de la primera réplica con 1.69 m, como se ilustra en el gráfico 13. Observándose además que se registra un comportamiento similar a la etapa anterior (45 días), ya que los mejores resultados son los registrados por las parcelas de la segunda réplica.

Lo que se debió a lo manifestado en <http://www.maralfalfa.com>.(2009), que las plantas pueden incrementar la estabilidad de los agregados de una manera indirecta, al proveer de alimento a los organismos del suelo, como lombrices de tierra y meso-fauna. Entre los agentes ligantes persistentes, se encuentran actuando las raíces, hifas, y bacterias que se desarrollan sobre la rizosfera y actúan sobre la materia orgánica que se encuentra en el centro de los agregados con partículas finas de arcilla. que fueron mayores en la segunda replica .

## **3. Producción de forraje verde a los 45 días**

Los resultados obtenidos en la producción de forraje verde del pasto maralfalfa a los 45 días, no registraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), entre medias por efecto de las réplicas, observándose únicamente una cierta superioridad en las parcelas de la segunda réplica con producciones de 10,86 tn/ha, en comparación de las parcelas de la primera réplica que registraron las producciones en materia seca más bajas con 10.79 tn/ha, como se ilustra en el gráfico 14. De acuerdo a

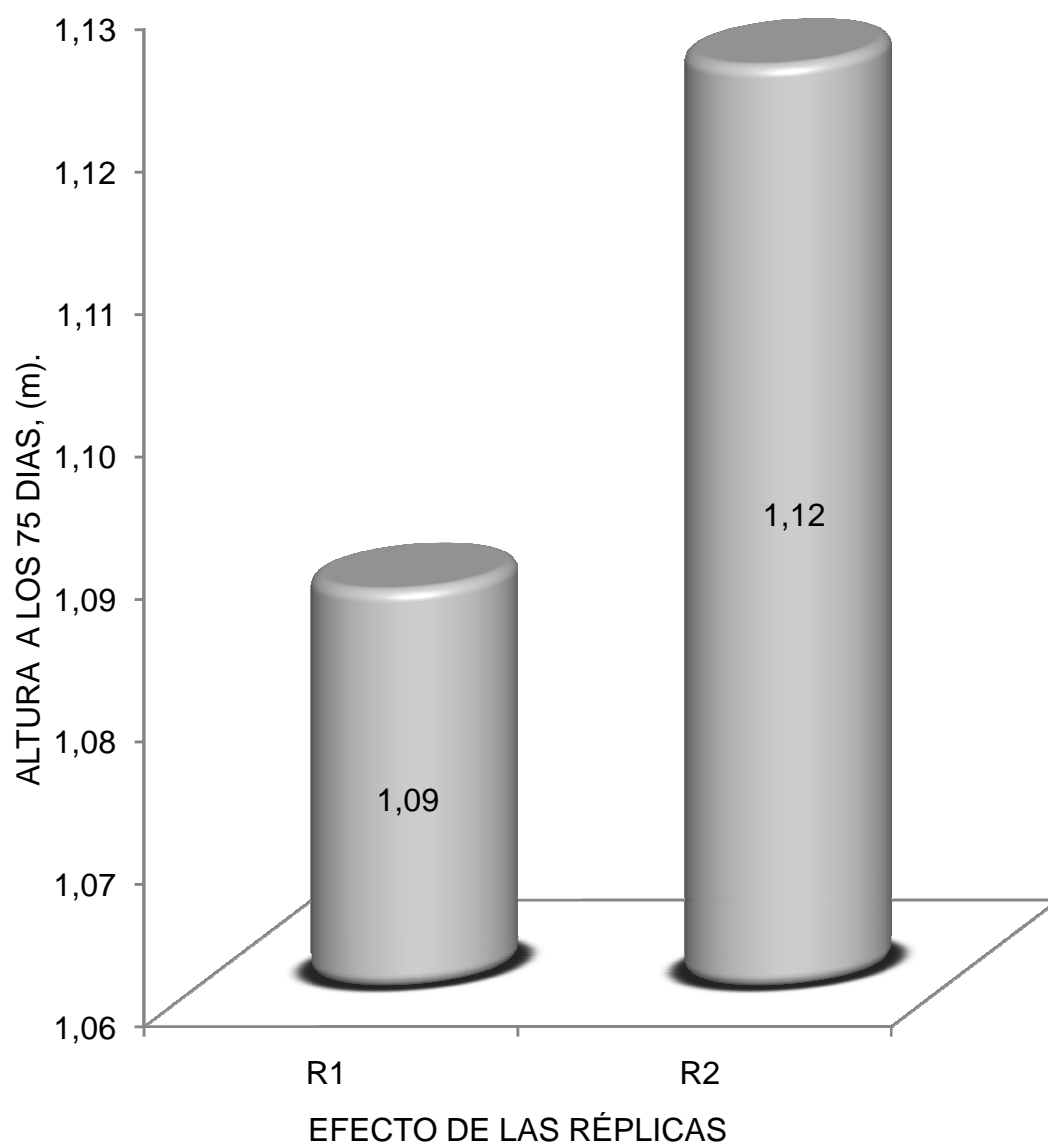


Gráfico 13. Comportamiento de la altura a los 45 días del pasto maralfalfa, por efecto de las réplicas.

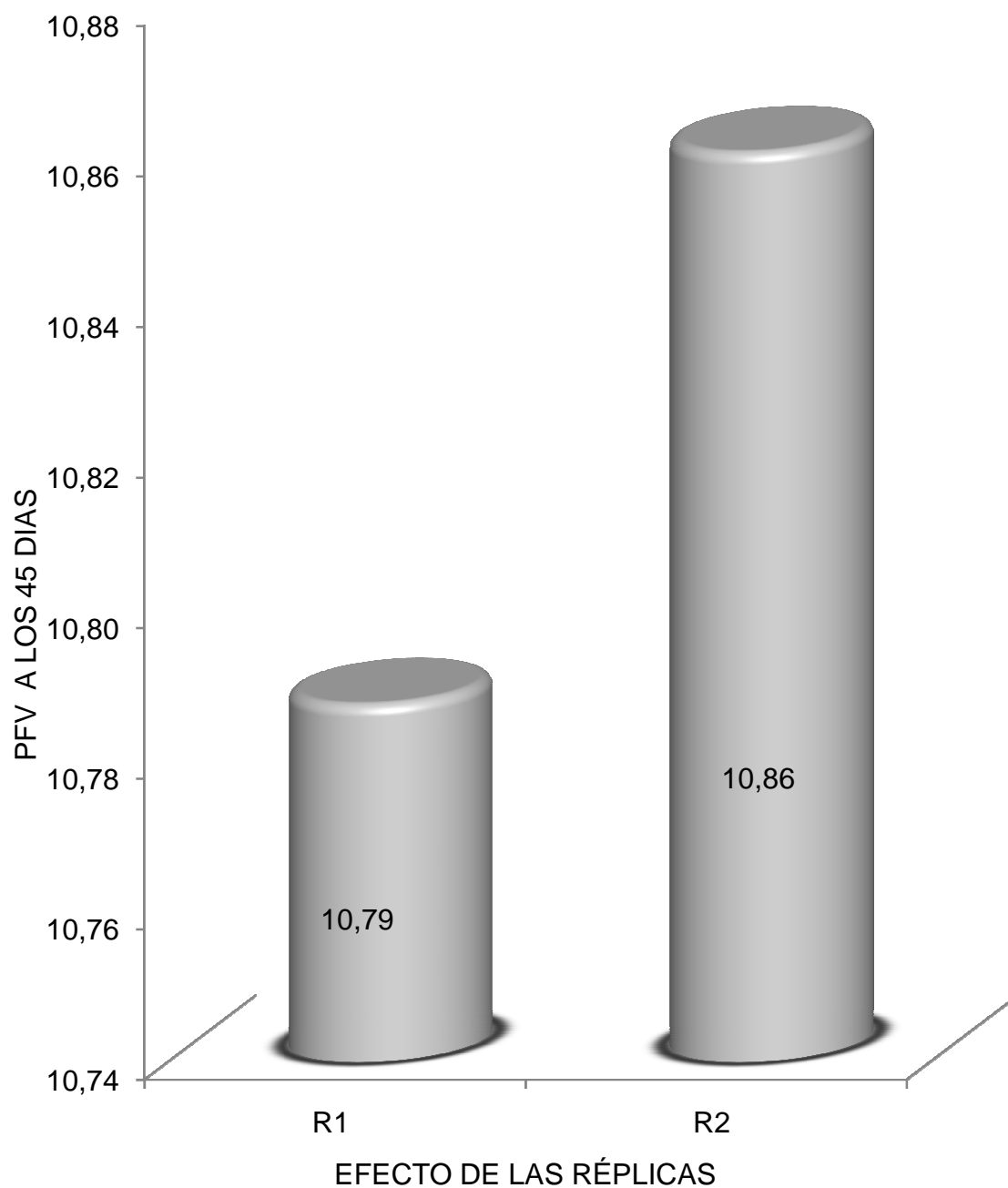


Gráfico 14. Comportamiento de la producción de forraje verde a los 45 días del pasto maralfalfa, por efecto de las réplicas.

los reportes anteriormente mencionados se puede indicar que para el desarrollo vegetativo del pasto maralfalfa las condiciones medio ambientales y la fertilización orgánica con diferentes niveles de humus fue ligeramente superior en las plantas de la segunda réplica. La producción en forraje verde obtenida del pasto maralfalfa en las diferentes réplicas no se asemejan a las reportadas en <http://www.maralfapro.com>.(2007), quienes muestran PFV de 45 tn/ha a los 45 días y Molina, S. (2005), que reporta una producción de forraje verde de 34.63 tn/ha, a los mismos 45 días de edad, ya que ambos estudios están acordes al desarrollo de la planta alcanzado en este sitio ecológico en donde se encuentra totalmente adaptadas.

#### **4. Producción de forraje verde a los 75 días**

A los 75 días de corte se obtuvo una producción de forraje verde de 43.65 tn/ha, sin mostrar diferencias estadísticas ( $P < 0.69$ ), entre medias por efecto de las réplicas, aunque existen diferencias numéricas mostrando una mayor producción en la segunda réplica con 43.67 tn/ha, mientras que en la primera réplica se registró la menor producción en materia seca con 43.63 tn/ha, como se ilustra en el gráfico 15, observándose además el mismo comportamiento que en el corte a los 45 días, es decir que las mejores producciones en forraje verde fueron registradas en las parcelas de la segunda réplica, y que como no existieron diferencias estadísticas se puede manifestar que a esta época de corte se registró condiciones algo más favorables para el desarrollo del pasto maralfalfa, y que puede ser mayor riego y mejor calidad del humus.

Ya que como manifiesta <http://www.maralfalfa.com>.(2009), las plantas han sido consideradas como un componente esencial en la conservación de los suelos, es así como las características radiculares de los componentes forrajeros y de cultivos en laderas podrían tener efectos importantes en la adquisición de nutrientes, crecimiento de plantas, así como en la reducción de la pérdida del suelo. La comparación de los atributos de raíz y de la parte aérea del pasto maralfalfa en la segunda réplica pueden ser utilizados como barrera viva eficaz para la conservación de suelos en laderas y en suelo bastante pobres.



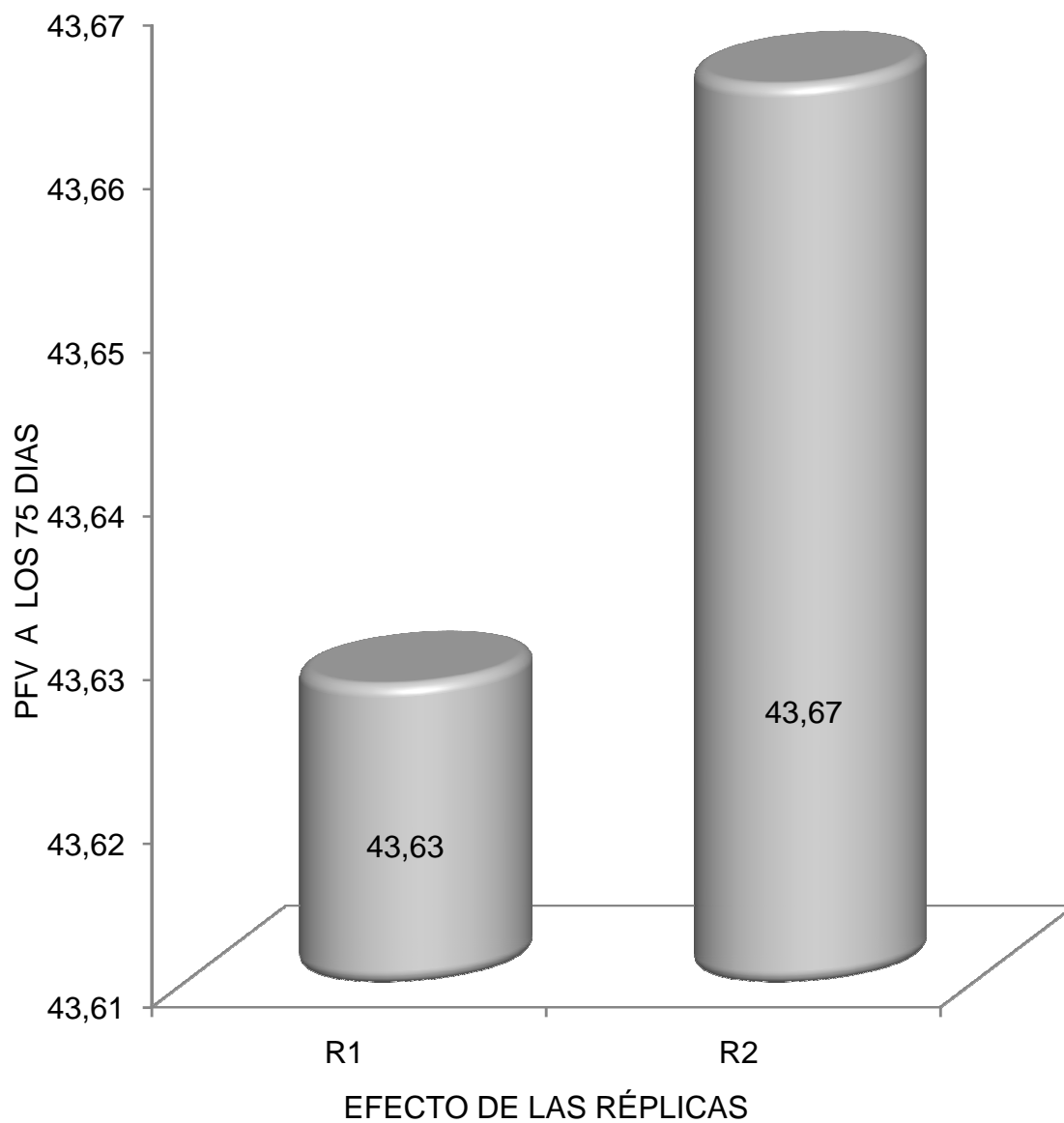


Gráfico 15. Comportamiento de la producción de forraje verde a los 75 días del pasto maralfalfa, por efecto de las réplicas.

## **5. Producción en materia seca a los 45 días**

En las respuestas obtenidas a los 45 días de corte se encontró una producción promedio de materia seca de 6.11 tn/ha, sin registrar diferencias estadísticas entre medias por efecto de las réplicas, aunque se registra superioridad en las parcelas de la segunda réplica con una producción de materia seca de 6.17 tn/ha, en comparación con las parcelas de la primera réplica que reportó menor contenido equivalente a 6.06 tn/ha, como se ilustra en el gráfico 16. De acuerdo a los reportes antes mencionados se puede indicar que el contenido de materia seca se incrementó de una réplica a la otra ya que estos comienzan a incrementar su contenido de fibra en especial la lignina, y además como indica Groos, A. (1998), la fertilización con humus aporta un alto contenido de nitrógeno al suelo, este mineral es un componente esencial en los vegetales que intervienen activamente en la mayor parte de las reacciones bioquímicas de la planta como son respiración, síntesis y descomposición de los glúcidos y proteínas y que está relacionado con la producción de materia seca, su deficiencia provoca retraso en su crecimiento.

## **6. Producción de materia seca a los 75 días**

El análisis de la producción de materia seca del factor B, no reportó diferencias estadísticas, entre medias ( $P > 0.05$ ), sin embargo se observa una cierta superioridad hacia las parcelas de la primera réplica con una producción de materia seca de 24.96 tn/ha, y que no difieren de las parcelas de la segunda réplica con de 24.86 tn/ha. De acuerdo al análisis de los resultados antes expuestos y teniendo como referencia que las condiciones de desarrollo del pasto maralfalfa fueron similares en cada uno de los ensayo, las diferencias registradas pudieron deberse únicamente a la calidad del abono ya que como se manifiesta en <http://www.sian.inia.gob.ve>.(2007), las ventajas del humus, van más allá de la parte económica ya que permiten el aporte de nutrientes, incrementa la retención de humedad y mejora la actividad biológica, con lo cual se mejora la fertilidad del suelo y por ende su productividad que se refleja en el incremento de la producción de materia seca a los 75 días del corte, como se ilustra en el gráfico 17.

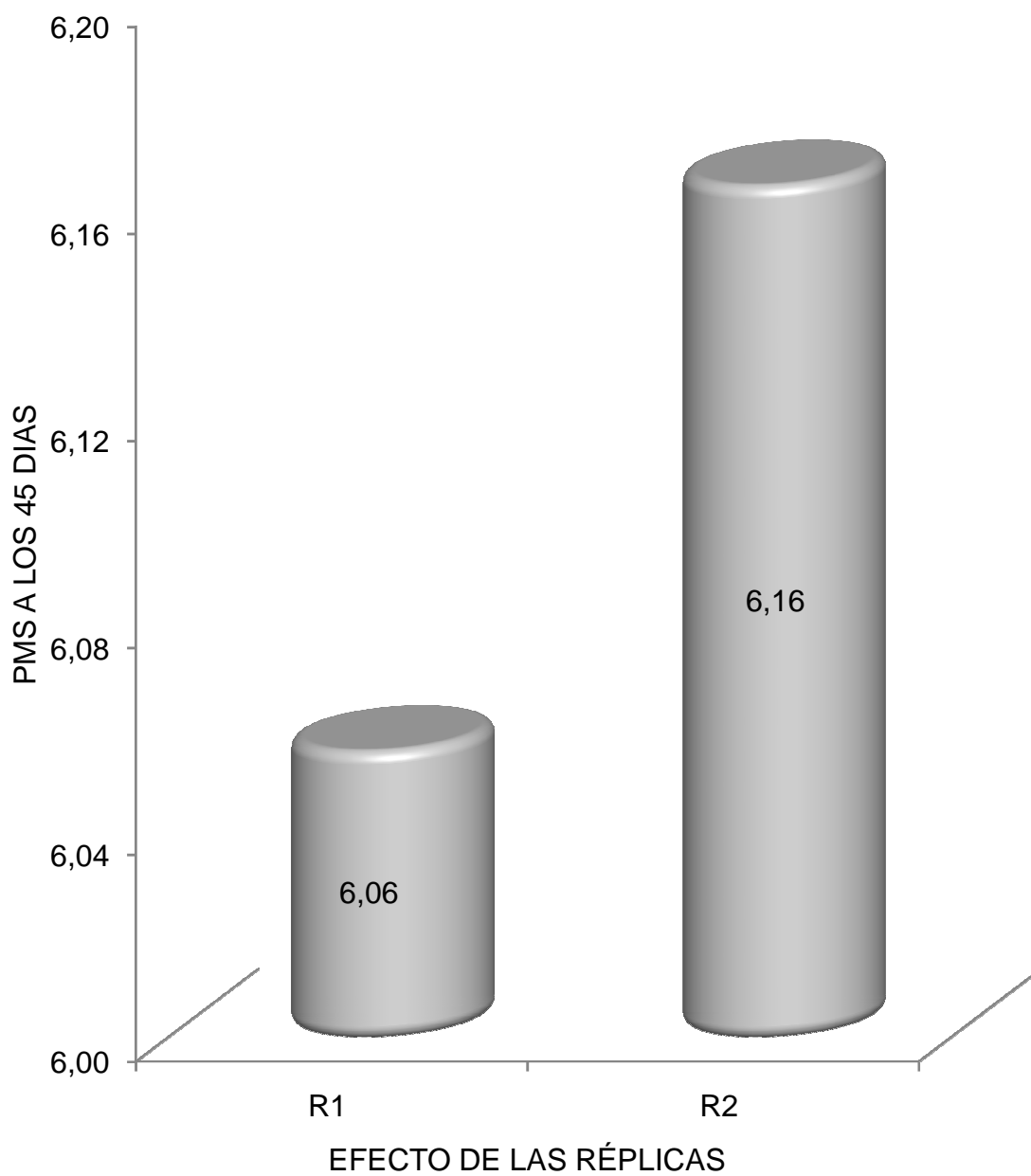


Gráfico 16. Comportamiento de la producción de materia seca a los 45 días del pasto maralfalfa, por efecto de las réplicas.

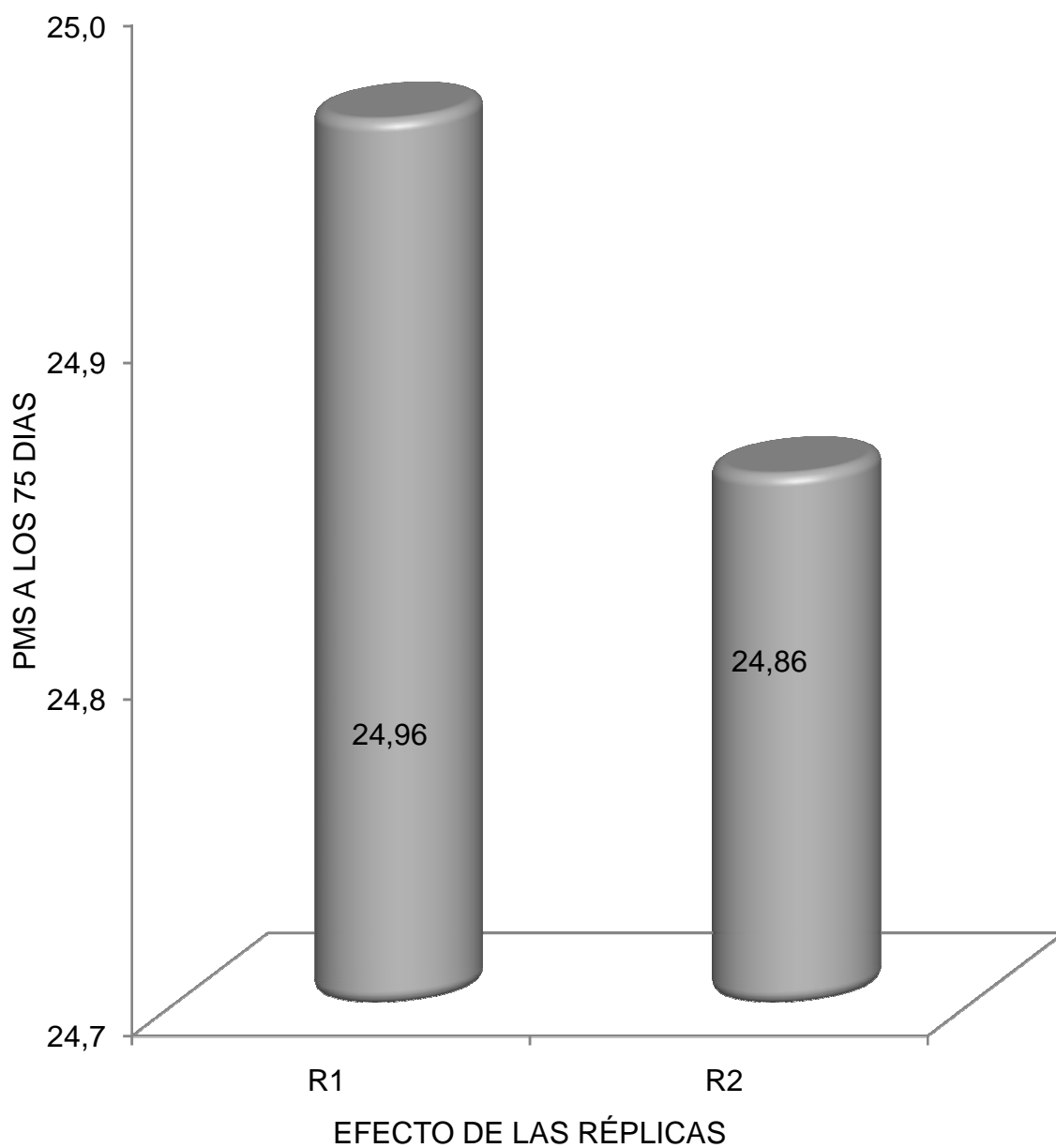


Gráfico 17. Comportamiento de la producción de materia seca a los 75 días del pasto maralfalfa, por efecto de las réplicas.

### **C. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DEL PASTO MARALFALFA, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE HUMUS Y LAS RÉPLICAS**

En la interacción de los factores A (niveles de humus), y B (réplicas), se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), en donde la menor altura de la planta a los 45 días se registró en las parcelas del grupo control del primer ensayo (T0E1), con 0,94 metros mientras las mayores alturas fueron las reportadas en el maralfalfa fertilizado con 8 Tn/ha de humus en el segundo ensayo (T3E2), con 1.23 metros y que compartieron rangos de significancia según Tukey con las plantas del tratamiento T2( 6 tn/ha de humus), en el primer ensayo (T2E1), con medias de 1,22 metros.

La interacción entre los niveles de humus y los ensayos sobre la altura de la planta de maralfalfa a los 75 días, no registraron diferencias estadísticas entre medias, reportándose los valores más altos de la investigación en las parcelas del tratamiento T3 (8 tn/humus) del segundo ensayo (T3E2), con 1,96 metros y las alturas más bajas en las parcelas del grupo control en el primer ensayo (T0R1), con medias de 1,36 metros. En tanto que existieron variaciones de 1,40 metros en las parcelas del grupo control en el segundo ensayo (T0E2) hasta 14,40 en las parcelas del tratamiento T3 en el primer ensayo (T3E1).

En la interacción de los factores A y B se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), en donde la menor producción de forraje verde a los 45 días se registró en las parcelas del grupo control del primer ensayo (T0E1), con 6.65 tn/ha mientras las mayores producciones fueron las reportadas en el maralfalfa fertilizado con 8 Tn/ha de humus en el segundo ensayo (T3E2), con 14.47 tn/ha y que compartieron rangos de significancia según Tukey con las plantas del tratamiento en mención en el primer ensayo (T3E1), con medias de 14.40 tn/ha, como se reporta en el cuadro 11.

Cuadro 11. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS Y LOS ENSAYOS. EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DEL PASTO MARALFALFA, *PENNISETUM VIOLACEUM*.

variables	INTERACCION ENTRE NIVELES DE HUMUS Y ENSAYOS								$\bar{x}$	Sx	Prob.	Sign
	T0E1	T0E2	T1E1	T1E2	T2E1	T2E2	T3E1	T3E2				
Altura de la planta 45 días, metros.	0,94 a	1,02 a	1,05 a	1,18 a	1,22 a	1,07 a	1,15 a	1,23 a	1,11	0,67	0,41	ns
Altura de la planta a los 75 días, metros.	1,36 a	1,40 a	1,73 a	1,75 a	1,75 a	1,84 a	1,93 a	1,96 a	1,71	0,76	0,34	ns
Producción de forraje verde 45 días, Tn/ha.	6,65 a	6,76	10,79 a	10,87	11,31 a	11,34 a	14,40 a	14,47 a	10,82	0,45	0,15	ns
Producción de forraje verde 75 días, Tn/ha.	22,42 a	21,97	41,45 a	41,77	47,08 a	46,97 a	63,56 a	63,95 a	43,65	0,56	0,21	ns
Producción de materia seca 45 días, Tn/ha.	2,67 a	2,63	6,19 a	6,25	6,66 a	6,88 a	8,70 a	8,90 a	6,11	0,48	59	ns
Producción de materia seca 75 días, Tn/ha.	9,02 a	9,13	23,80 a	23,13 a	28,65 a	28,80 a	38,39 a	38,37 a	24,91	0,63	0,67	ns

Fuente: Alzamora, F. (2011).

$\bar{x}$  : Media general.

Sx: Desviación estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

ns: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey  $P < 0.05$ .

Al evaluar la producción de forraje verde a los 75 días por efecto de la interacción entre los niveles de humus de lombriz y los ensayos se registraron diferencias estadísticas ( $P < 0.004$ ), reportándose las mayores producciones en las parcelas del tratamiento T3 en el segundo ensayo T3E2 con 63,95 tn/ha y las más bajas producciones en las parcelas del grupo control en el segundo ensayo con medias de 21,97 tn/ha, existiendo una variación entre 47,08 tn/ha en las parcelas del tratamiento T2 en el segundo ensayo (T2E2) a 22,42 tn/ha en las parcelas del grupo control en el primer ensayo (T0E1).

En el análisis de la producción de materia seca a los 45 días no se registraron diferencias estadísticas entre medias ( $P < 0,48$ ), por efecto de la interacción entre los niveles de humus (Factor A) y los ensayos consecutivos únicamente se pudo registrar una cierta superioridad numérica hacia las parcelas fertilizadas con 8 tn/ha de humus en el segundo ensayo (T3E2), con medias de 8,90 tn/MS/ha, en tanto que las producciones más bajas fueron las registradas en las parcelas del grupo control en el primero y segundo ensayo con medias de 2,67 y 2,63 Tn/MS/ha, en tanto que en él las parcelas fertilizadas con 6 tn/ha en el primero y segundo ensayo se registraron medias de (T2E1 y T2E2), 6,66 y 6,88 tn/MS/ha respectivamente.

Finalmente el efecto que registró la interacción entre los niveles de humus y los ensayos para la variable producción de materia seca a los 75 días no registraron diferencias estadísticas entre medias únicamente se reportó las mejores producciones numéricamente en las parcelas del tratamiento T3 en el primero y segundo ensayo con medias de 38,39 y 38,37 tn/MS/ha, en tanto que las producciones en materia seca más bajas fueron las reportadas en las parcelas del grupo control tanto en el primero como en el segundo ensayo con medias de 9,02 y 9,13 Tn/MS/ha respectivamente (T0E1 y T0E2), mientras que en las parcelas del tratamiento T1 tanto en el primero como en el segundo ensayo se registraron producciones en materia seca de 23,80 y 23,13 Tn/MS/ha, como podemos ver en el gráfico 19.

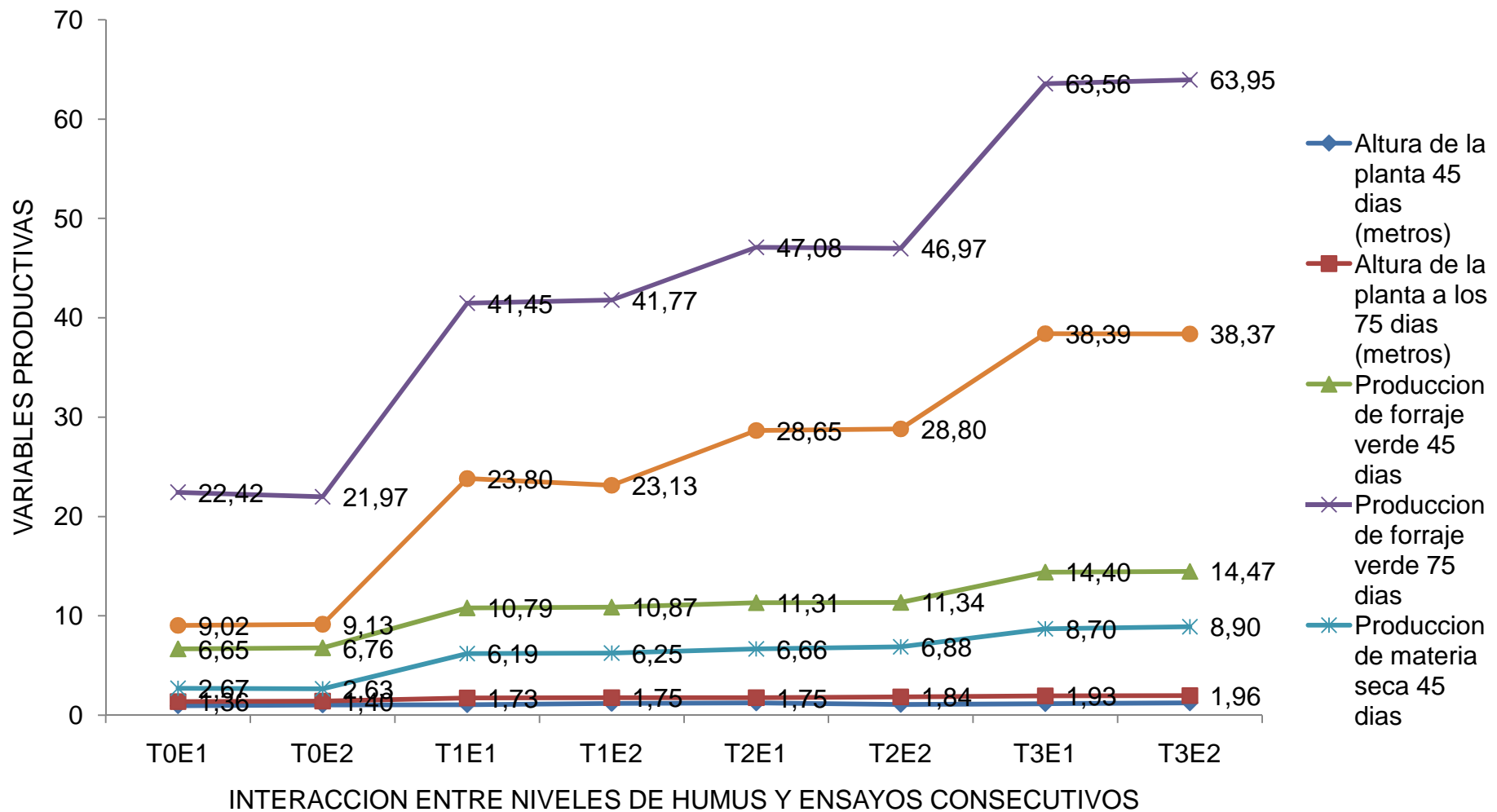


Gráfico 19. Comportamiento de la producción del maralfalfa los 45 y 75 días, por efecto de la interacción entre los niveles de humus y las réplicas.



## D. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL PASTO MARALFALFA FERTILIZADO CON DIFERENTES NIVELES DE HUMUS

### 1. Contenido de proteína a los 45 y 75 días

El análisis del contenido de proteína del maralfalfa a los 45 días registró diferencias altamente significativas ( $P < 0.002$ ), registrándose el mayor contenido en las parcelas del tratamiento T3 con 11.64% seguida de las parcelas del grupo control con 10,87%, para a continuación ubicarse las parcelas del tratamiento T2 con 9,24% y finalmente el menor contenido fue registrado en las parcelas del tratamiento T1 con 9.03%, como se indica en el cuadro 12. Según Correa, H. (2005), es muy importante conocer que la proteína cruda no define la calidad de proteica en el pasto, ya que es necesario tener el conocimiento del coeficiente de digestibilidad de dicha proteína que según Falconi, R. (2007), la maralfalfa es de 73.18%, a los 70 días de corte, es decir un aproximado del 12% de proteína digestible, además añade que a medida que avanza la edad del pasto este gana fibra y la digestibilidad así como el consumo en materia seca se ve reducido.

El porcentaje de proteína reportado en nuestra investigación es inferior al enunciado en <http://www.maralfalfa.com>.(2010), que señala que la maralfalfa posee un alto nivel de proteínas, en nuestros cultivos en base seca nos ha dado hasta el 17.2% a los 45 días y también es menor a al registrado por Cruz, D.(2008), quien reporta a los 45 días un contenido proteínico promedio de 17,21%, y que puede deberse al tipo de fertilización empleado ya que el mencionado autor fertiliza al pasto con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo y la enriquece con una base estándar de potasio, que tiene una acción más intensa en la composición bromatológica del pasto pero que puede afectar en la palatabilidad del producto.

Al realizar el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 20, se determinó una tendencia cuadrática altamente significativa ( $P < 0.01$ ), con una ecuación para proteína a los 45 días =  $12,26 - 1,03x + 0,08x^2$ , que nos indica que por cada

Cuadro 12. EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA DEL PASTO MARALFALFA, *PENNISETUM VIOLACEUM*.POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS.

VARIABLE	NIVELES DE HUMUS				$\bar{x}$	CV	SX	Prob	Sign
	0 tn/ha	4 tn/ha	6 tn/ha	8 tn/ha					
Contenido de Proteina 45 días, (%).	10,87a	9,03c	9,24b	11,64a	10,20	3,7	0,01	0.002	**
Contenido de proteina 75 días	10,81b	8,98d	9,18c	11,59a	10,14	4,8	0,01	0,001	**
Contenido de grasa 45 días, (%).	0,92a	0,79b	0,74c	0,91a	0,84	2,17	0,01	0,008	**
Contenido de grasa 75 días, (%).	0,90a	0,75b	0,70c	0,88a	0,81	2,47	0,01	0.002	**
Contenido de humedad 45 días, (%).	40,21c	57,15b	60,86ab	60,41a	54,66	2,8	0,04	0.03	*
Contenido de humedad 75 días, (%).	41,38d	56,70c	60,91a	60,48b	54,87	3,82	0,61	0.04	*
Contenido de cenizas 45 días, (%).	11,83a	8,95b	8,35c	7,93d	9,26	1,9	0.02	0,01	*
Contenido de cenizas 75 días, (%).	11,76a	8,82b	8,32c	7,90d	9,20	3,4	0,01	0.004	**

Fuente: Alzamora, F. (2010).

$\bar{x}$ : Media general.

Sx: desviación estándar.

Prob: probabilidad

Sign. Significancia

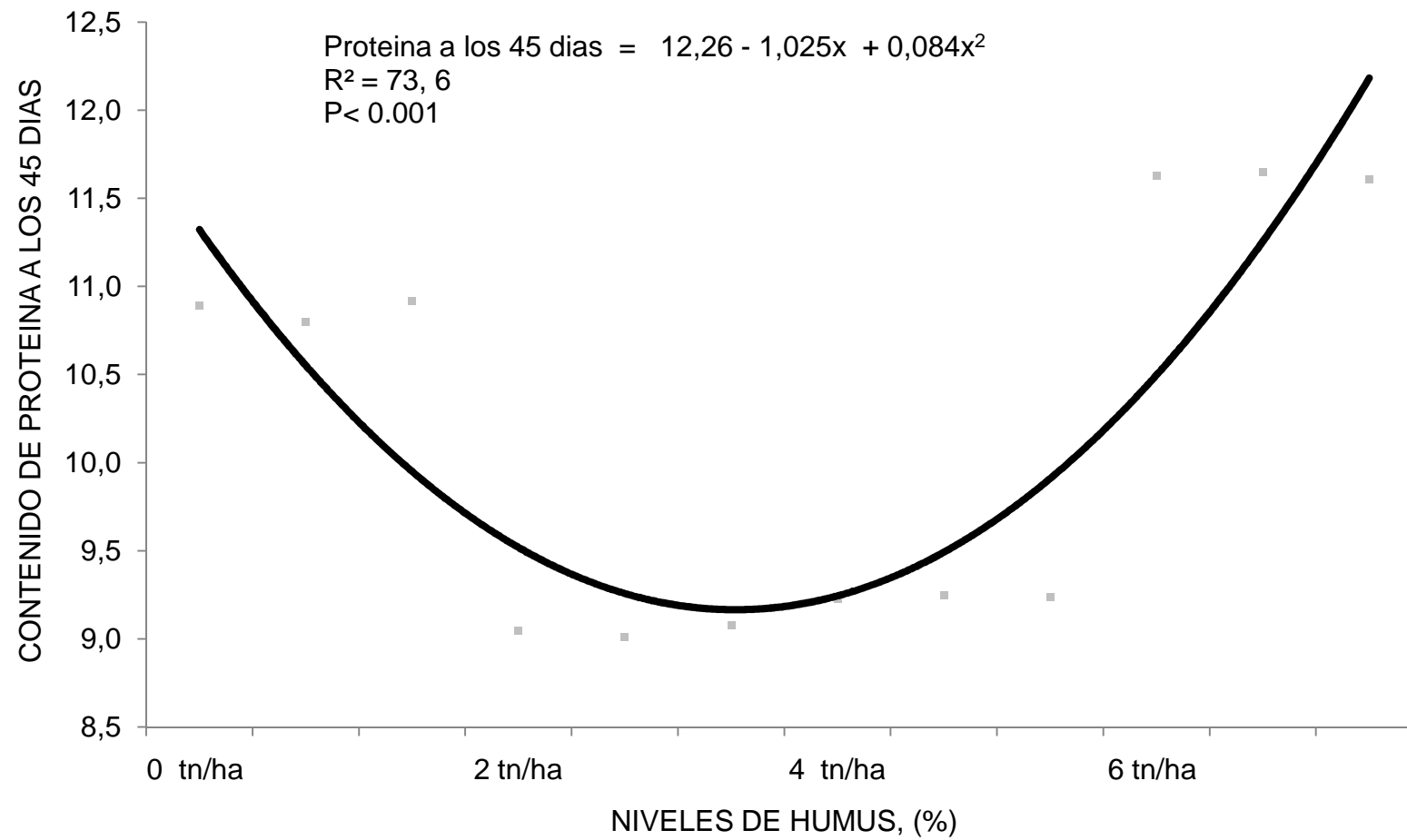


Gráfico 20. Regresión del contenido de proteína a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

unidad de cambio en el nivel de humus existe una disminución de la proteína de 1.03% hasta llegar al nivel de 4 y 6 tn/ha, de humus, para posteriormente aumentar en 0.084% al incluir mayores niveles de humus (8 tn/ha), con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 73,6% entre variables en tanto que el 26.4% depende de otros factores no considerados en la investigación.

En el contenido de proteína de la maralfalfa a los 75 días se reportó diferencias altamente significativas entre medias ( $P > 0.05$ ), registrándose el mayor contenido proteico en las parcelas del tratamiento T3 con 11.59% mientras que el menor contenido proteínico fue registrado en las parcelas del tratamiento T1 con 8.98% , y que difieren estadísticamente de las parcelas del grupo control y T2 con 10.81 y 9.18% respectivamente. De acuerdo a los análisis antes anotados del contenido de proteína se puede observar que al emplear mayores niveles de humus en la fertilización orgánica la proteína aumenta pero este comportamiento no es cíclico para todos los tratamientos pues se puede ver que al aplicar 4y 6 tn/ha de humus la proteína es más baja que en el grupo control, lo que puede deberse principalmente a lo que manifiesta Torres, M (2002), quien señala que para optimizar la producción de los pasto es necesario efectuar un manejo muy eficiente, integrando diferentes tecnologías, tanto de manejo como de utilización de insumos y que es necesario saber el nivel optimo de fertilizante pues una deficiencia o un exceso de este elemento puede incidir sobre la composición bromatológica del pasto.

El análisis de regresión que se ilustra en el grafico 21, determina una tendencia cuadrática altamente significativa con una ecuación para el contenido de proteína a los 75 días de  $10.85 - 1.12x + 0.15x^2$ , que indica que partiendo de un intercepto de 10.85 , la proteína inicialmente disminuye en 1.12% al llegar al 4 y 6 tn/ha de humus para posteriormente elevarse en 0.15% con la aplicación de 8 tn/ha de humus, el coeficiente de determinación indica que existe una asociación del 95.25% , entre las variables en estudio en tanto que el 4.75% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, como son las condiciones climáticas reinantes en los periodos de producción y la calidad del suelo antes de la aplicación de la fertilización.

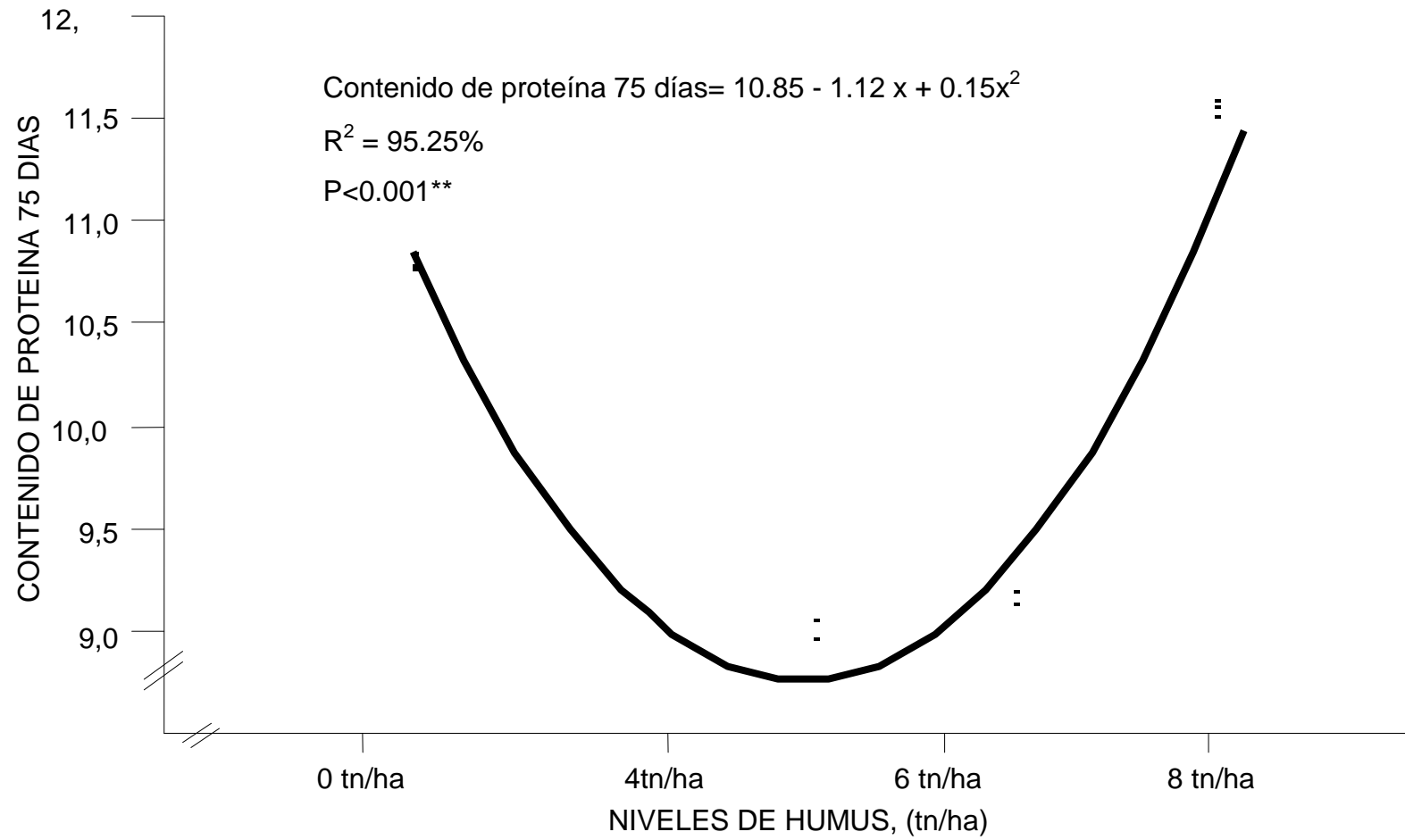


Gráfico 21. Regresión del contenido de proteína a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

## **2. Contenido de grasa a los 45 y 75 días**

Al realizar el análisis del contenido de grasa del pasto maralfalfa a los 45 días, que se ilustra en el gráfico 22, se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.008$ ), reportándose los mayores resultados en las parcelas del grupo control con medias de 0.92%, seguidas por las parcelas a las cuales se las fertilizó con 8 tn/ha de humus con valores de 0.91%, en tanto que los contenidos grasos más bajos de la experimentación fueron reportados con 4 y 6 tn/ha de humus, con promedios de 0.79 y 0.74% respectivamente. El contenido de grasa de nuestra investigación es inferior al reportado por Cruz, D. (2008) que indica contenidos de grasa promedios de 2.02% y esto se debe a que los abonos orgánicos tienen una acción de imán que hace posible que los suelos que lo contienen presenten una mejor estructura, debido a que el humus actúa como cemento de unión entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares, que permiten un mejor desarrollo radicular, mejorando el intercambio gaseoso, activando a los microorganismos del suelo, aumentando la oxidación de la materia orgánica y por ende la entrega de nutrientes en formas químicas en que las plantas los pueden asimilar, estimulando de esta manera el crecimiento vegetal, pero a su vez disminuyen el tenor graso del pasto.

En el análisis del contenido de grasa a los 75 días del pasto maralfalfa que se ilustra en el gráfico 23, registro diferencias altamente significativas, reportándose el mejor contenido en las parcelas del grupo control (T0), con 0.90% y que difieren según Tukey de las parcelas del fertilizadas con 4 y 8 tn/ha de humus (T1 y T3 en su orden), que registraron medias de 0.75 y 0.88 %, mientras que los valores más bajos fueron los reportados por las parcelas que fueron fertilizadas con 6 tn/ha de humus (T2). El comportamiento del contenido graso nos indica que el humus controla la formación de células grasas que no son benéficas para sus consumidores ya que sin fertilización se registra el pasto con mayor contenido graso, lo que puede deberse a lo manifestado por Guevara, P. (2000), que considera como extracto etéreo de los forrajes a la fracción de grasas, pigmentos vegetales, esteroides, colesterol, vitaminas liposolubles, las cuales no superan en los pastos el 3% esto es de suma importancia al momento de estimar

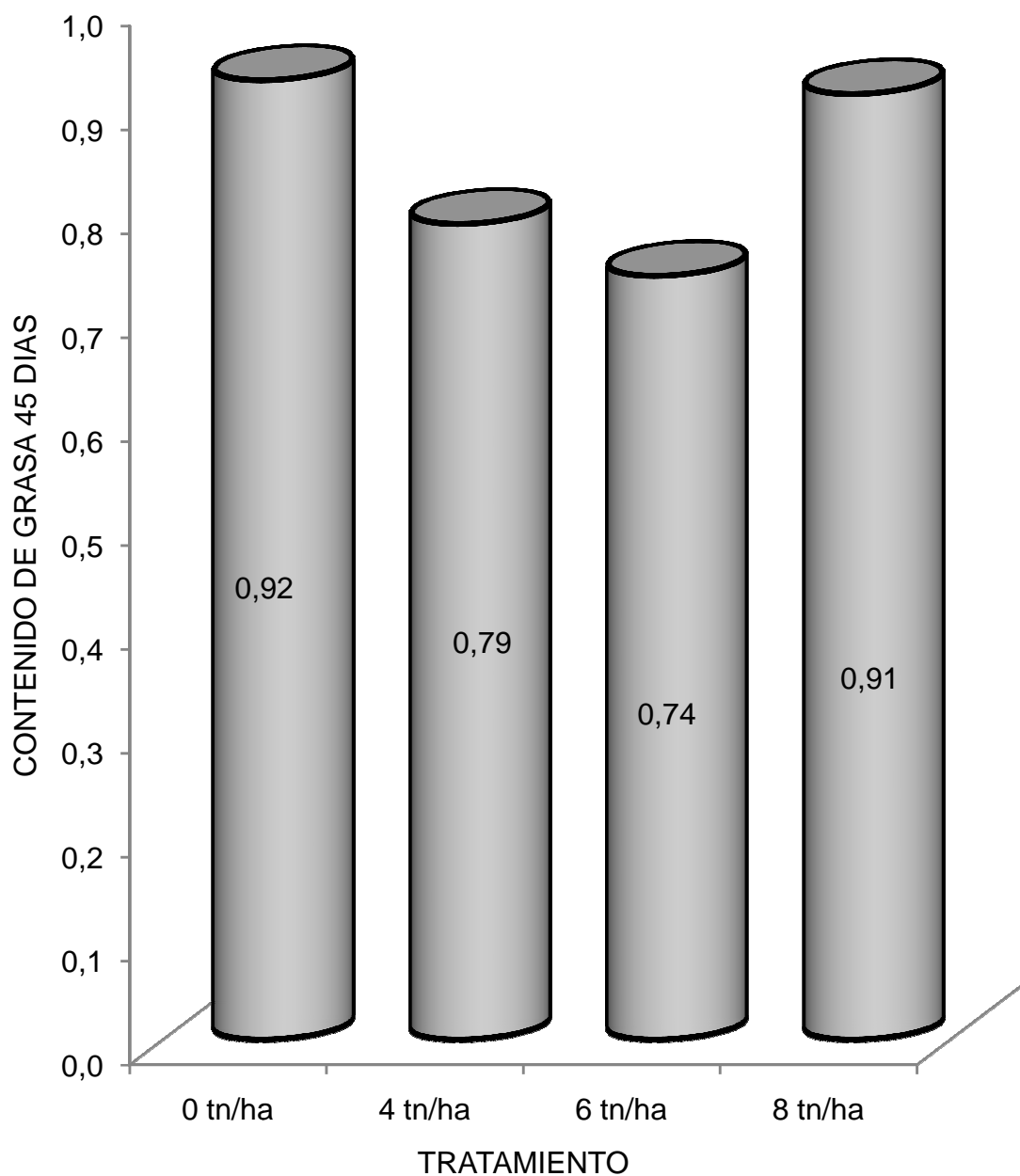


Gráfico 22. Comportamiento del contenido de grasa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

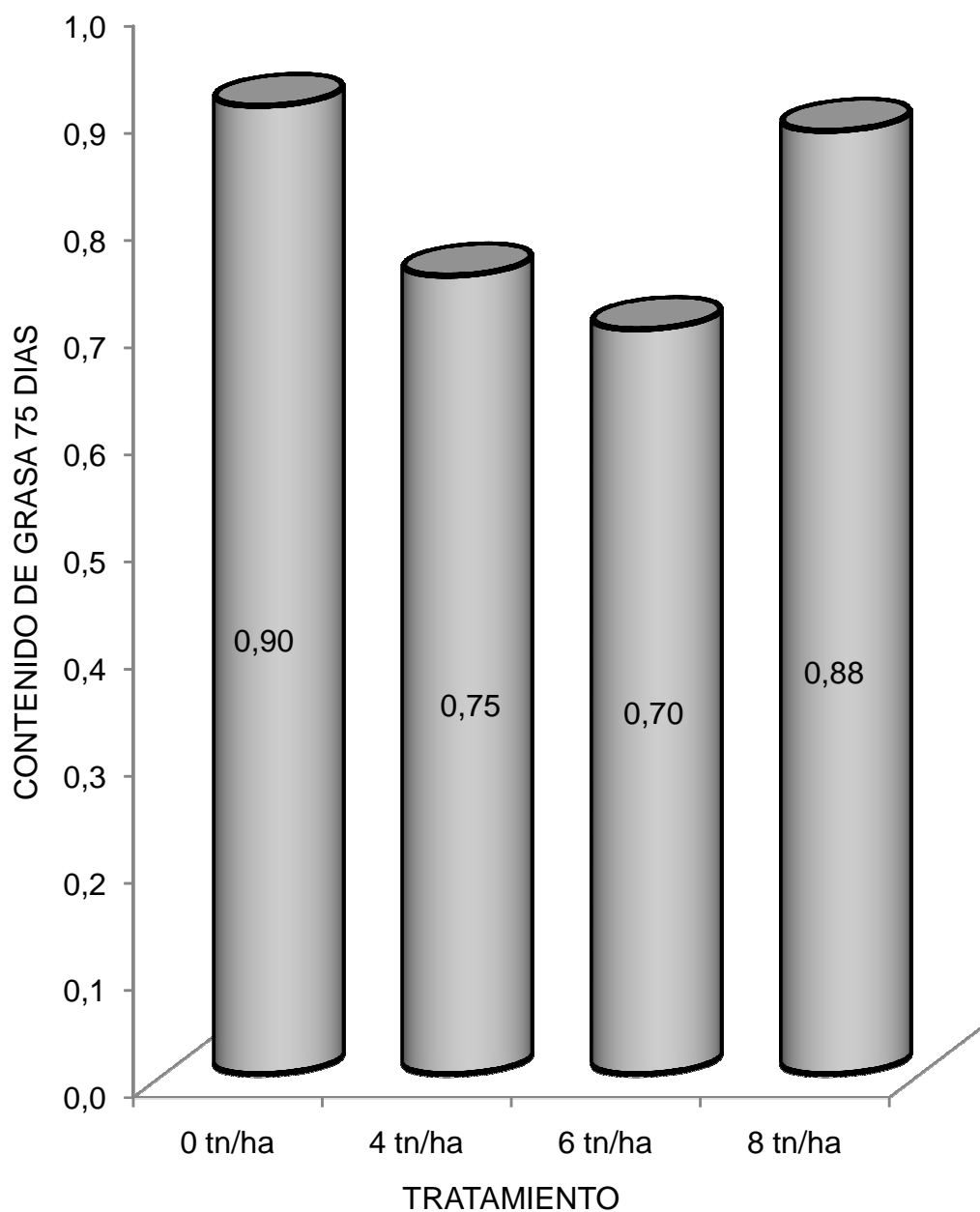


Gráfico 23. Comportamiento del contenido de grasa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.



el aporte energético que hacen los alimentos. El contenido de grasa del pasto Maralfalfa hallado en este trabajo se encuentra dentro de los valores reportados por <http://www.sian.inia.gob.ve>.(2007), que debe estar entre 1 y 4%. En el análisis de regresión del contenido de grasa tanto a los 45 como a los 75 días que se ilustra en el gráfico 24 y 25, tomando como referencia los niveles de humus se estableció una tendencia cuadrática altamente significativa con una ecuación del contenido graso para los 45 días de  $y = 0.93 - 0.88x + 0.01x^2$  y para los 75 días de  $y = 0.90 - 0.10x + 0.011x^2$ , que determina que el contenido de humedad presenta inicialmente un descenso en ambos casos correspondiente a 0.88% y 0.10 con la aplicación de 4 y 6% de humus para posteriormente elevarse en 0.01% y 0.11 con el empleo del 8% de humus. El coeficiente de determinación  $R^2$  nos indica un grado de asociación entre estas dos variables que corresponde a 76.36 y 81.04 para los 45 y 75 días respectivamente.

### **3. Contenido de humedad a los 45 y 75 días**

El contenido de humedad del pasto maralfalfa a los 45 días, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.03$ ). En la separación de medias según Tukey se determinó que el mayor contenido de humedad fue registrado en las parcelas del T2 con medias de 60.86 y que no difieren estadísticamente de las parcelas del tratamiento T3 que registro un contenido de humedad del 60.41%, mientras que el menor contenido de humedad fue el reportado en las parcelas del grupo control que presentaron una humedad del 40.21%,. Si comparamos los resultados obtenidos con los reportados por Cruz, D. (2008), quien registra un contenido de humedad en el pasto maralfalfa a los 30 días de 88.9%, podemos ver que son inferiores, pero que no pueden deberse solamente al efecto que tiene el humus sobre la composición bromatológica del pasto si no que están sujetas a las condiciones medio ambientales que se presentaron durante la época de producción y sobre todo a la edad de corte del pasto, que han influido sobre el contenido de humedad además acoto que es conocido que el contenido de humedad de los forrajes puede constituirse en un limitante para el consumo de la materia seca, ya que a mayor humedad menor consumo de materia seca pero en general en la composición bromatológica del

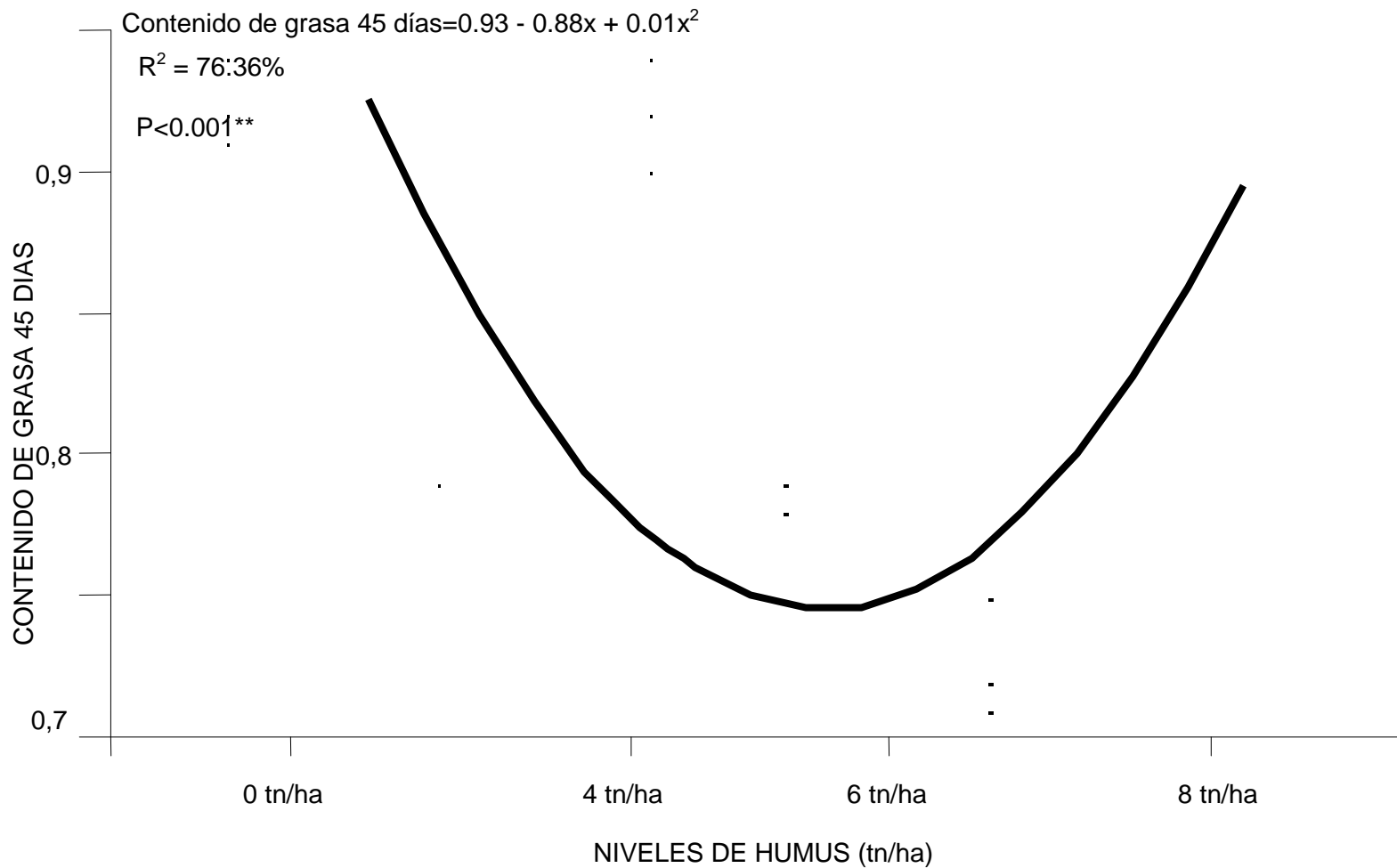


Gráfico 24. Regresión del contenido de grasa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

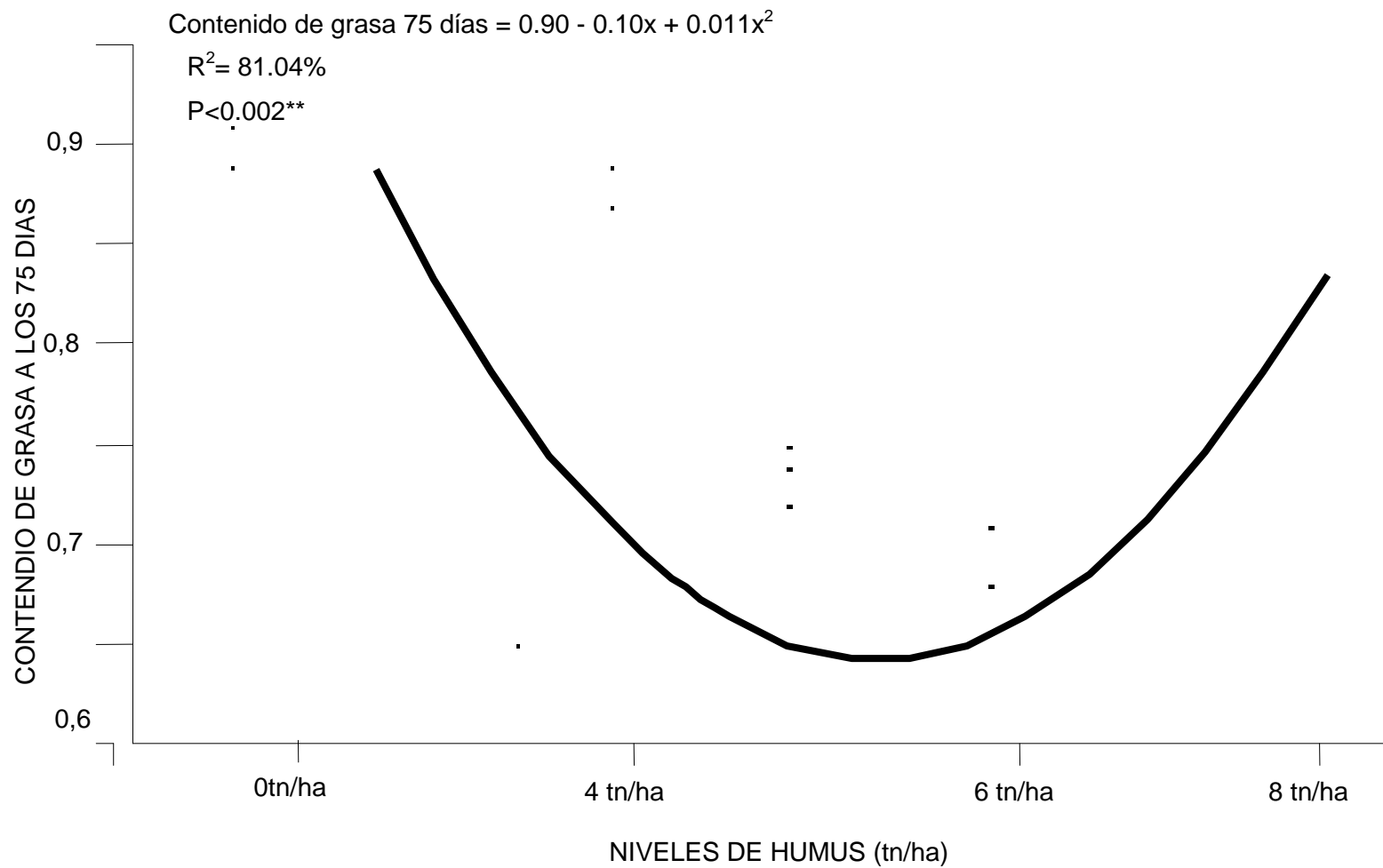


Gráfico 25. Regresión del contenido de grasa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

pasto maralfalfa que se cita en <http://www.maralfalfa.com>(2010), afirma un contenido de humedad promedio de 79.33%, a los 70 días de corte.

Los valores medios obtenidos del contenido de humedad del pasto maralfalfa a los 75 días de corte registraron diferencias significativas ( $P < 0.04$ ), entre medias reportándose la humedad más alta en las parcelas del tratamiento T2 con medias de 60.91%, en tanto que la humedad más baja fue reportada en las parcelas del grupo control con 41.38%, mientras que valores intermedios fueron registrados en las parcelas del tratamiento T1 y T3 con 56.70 y 60.48% respectivamente. El comportamiento de la humedad a los 75 días indica que la humedad más alta se alcanza con la aplicación de 6 tn/ha (T2), y que al incluir mayores niveles de humus es decir 8 tn/ha, la humedad desciende pero no en una forma significativa, lo que se debió únicamente a la calidad y tiempo de maduración del humus más que a la cantidad aplicada, es decir el pasto se sobresatura y no absorbe agua ya que como se indica en <http://www.gilfere.com>.(2010), el humus es un fino material, con una estructura óptima, porosidad, ventilación, drenaje y capacidad de retención de humedad que mejora la retención y penetración de agua del suelo hacia el pasto.

En el análisis de regresión tanto a los 45 como a los 75 días se determinó una tendencia lineal altamente significativa con una ecuación para los 45 días de  $y = 42.70 + 2.66x$  y para los 75 días de  $y = 44.16 + 2.49x$ , que determina que por cada unidad porcentual de incremento en el nivel de fertilización orgánica (humus) aplicado al pasto maralfalfa el contenido de humedad tiende a elevarse en 2.66 y 2.49% para los 45 y 75 días respectivamente, como se ilustra en el gráfico 26 y 27. El grado de asociación existente entre el nivel de humus y el contenido de humedad es alto ya que reporta un coeficiente de determinación de 85.05% y 77.54% respectivamente que son indicativos de que el contenido de humedad del pastomaralfalfa asciende a medida que se incrementa el nivel de humus en la fertilización orgánica, convirtiendo a este pasto en un alimento bastante succulento para la especie animal que lo va a consumir.

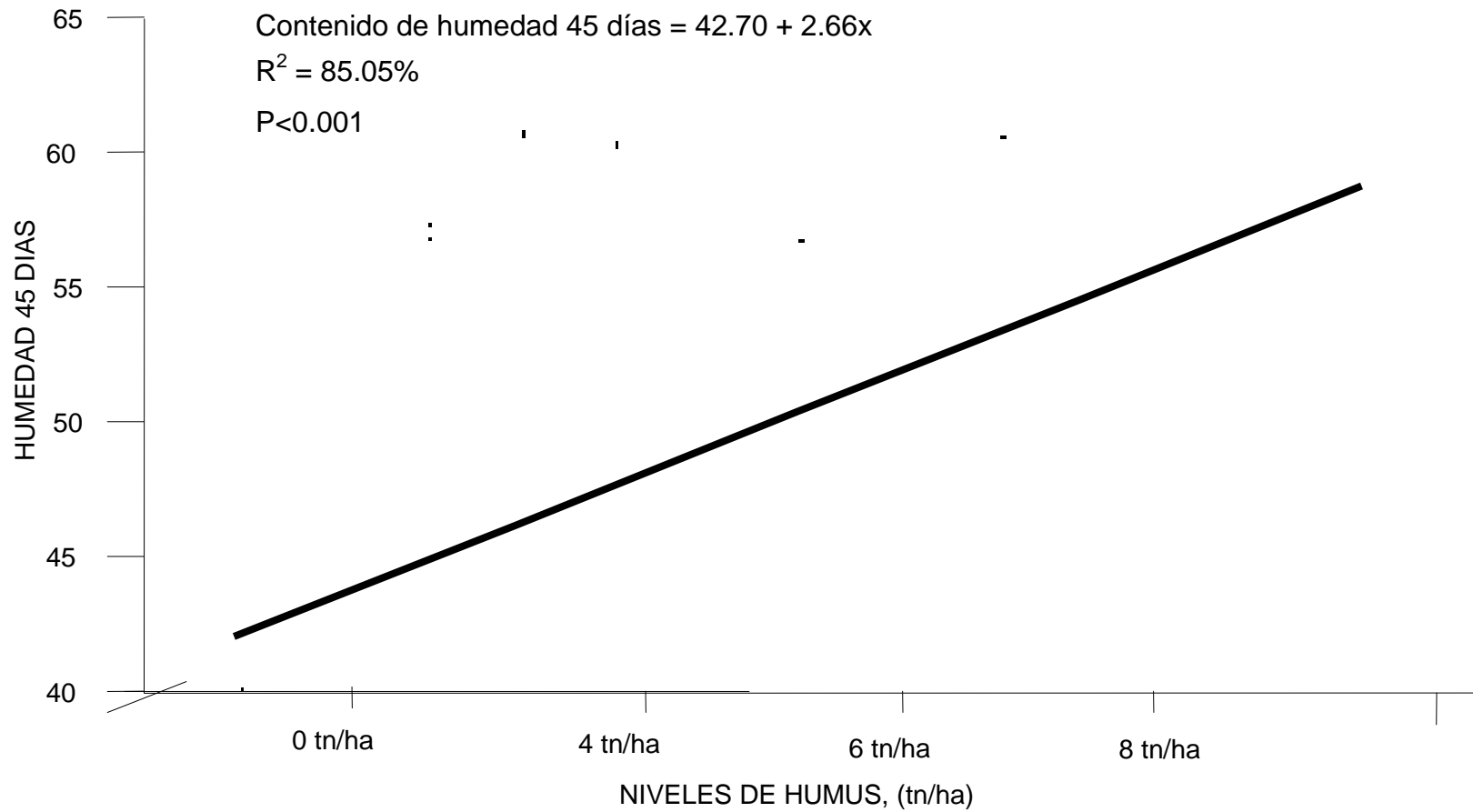


Gráfico 26. Regresión del contenido de humedad a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

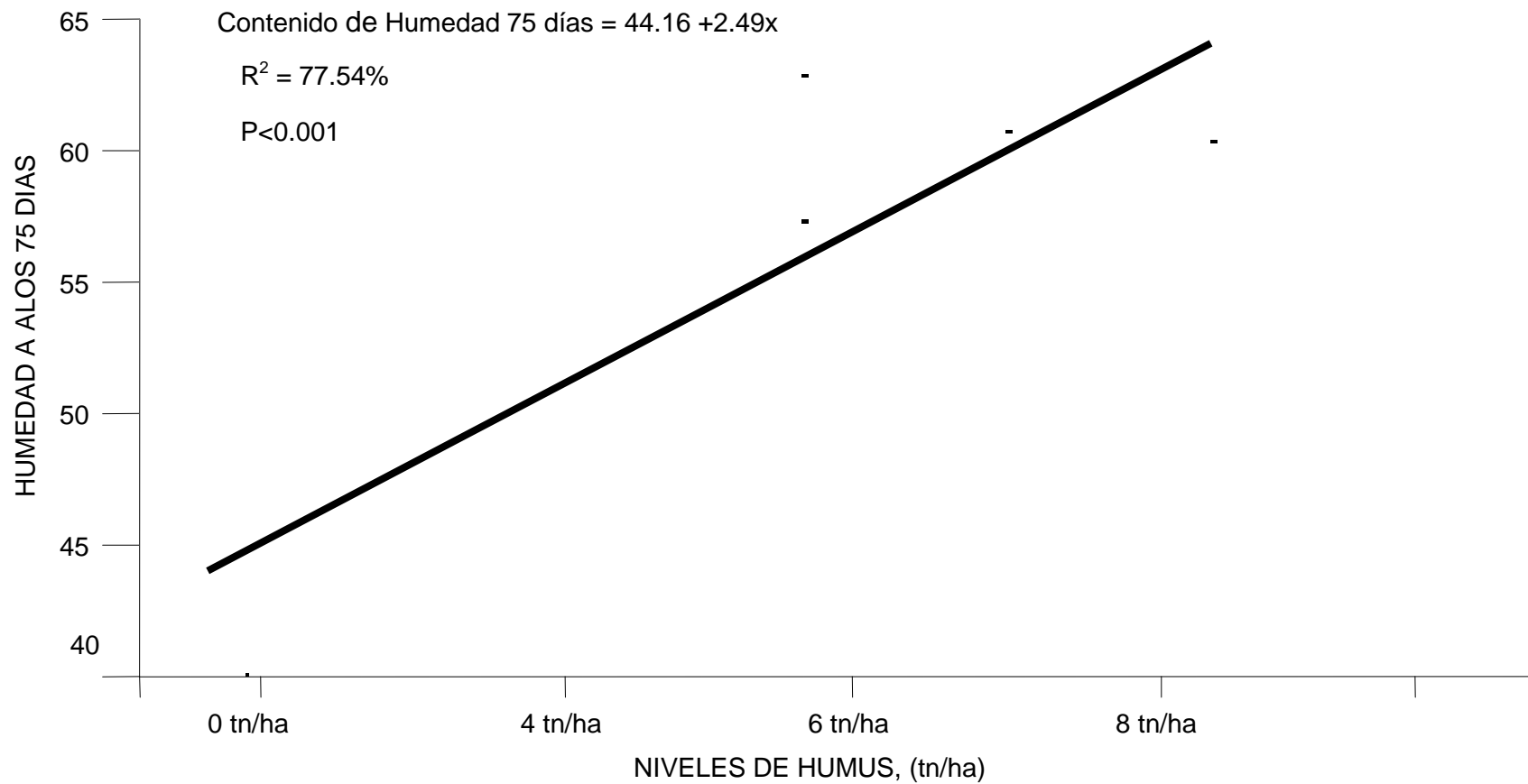


Gráfico 27. Regresión del contenido de humedad a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

#### **4. Contenido de cenizas**

El análisis del porcentaje de cenizas de lamaralfalfa a los 45 días de corte demostró que existe una disminución del contenido de cenizas mientras se eleva el contenido de humus en la fertilización, ya que partiendo de 11.83% que corresponde a las parcelas del grupo control y que son los mejores resultados de la investigación, desciende a 8.95; 8.35 y 7.93 con la aplicación de 4,6 y 8 tn/ha respectivamente, como se ilustra en el gráfico 28. Al comparar los promedios del porcentaje de cenizas obtenidos en este estudio con las reportadas en [http://www//maralfalfa.com.\(2010\)](http://www//maralfalfa.com.(2010)), que señala que el pasto maralfalfa posee un 13.50% de cenizas a los 45 días, al igual que Correa A, (2002), y Cruz, D. (2008), quienes manifiestan un contenido de cenizas del 13.0 y 18.47% respectivamente a los 45 días promedio. Esta inferioridad en nuestro estudio puede deberse principalmente al tipo de fertilización ya que el mencionado autor utiliza una fertilización química que es más fuerte que la orgánica y que posiblemente eleva el contenido de micro nutrientes en el suelo, permitiendo fijar los niveles de elementos pesados y minerales en el suelo evitando su traslocación a los animales y plantas o bien su lixiviación hacia capas más inferiores, pero uno de los limitantes en su utilización es que tienen un precio más elevado que el humus, contaminan el ambiente y pueden provocar pérdida de la palatabilidad del pasto.

El análisis del contenido de cenizas del pasto maralfalfa a los 75 días, se reportaron diferencias altamente significativas entre medias, registrándose que a mayor nivel de humus menor contenido de cenizas ya que en el grupo control se registro un contenido de cenizas de 11.76%, el mismo que desciende a 8.82; 8.32 y 7.910% con la fertilización con 4, 6 y 8 tn/ha de humus respectivamente como se ilustra en el gráfico 29. Lo que puede deberse a lo manifestado por Cooke, G. (1995), quien reporta que un factor que interviene en el incremento del contenido de cenizas en la planta es el tipo de agua empleada para el riego que muchas veces presenta una alta dureza, esto quiere decir que contiene carbonatos de calcio, magnesio y potasio en gran cantidad los cuales tienden a sedimentarse en el suelo disminuyendo así el porcentaje de estos minerales en el pasto maralfalfa.

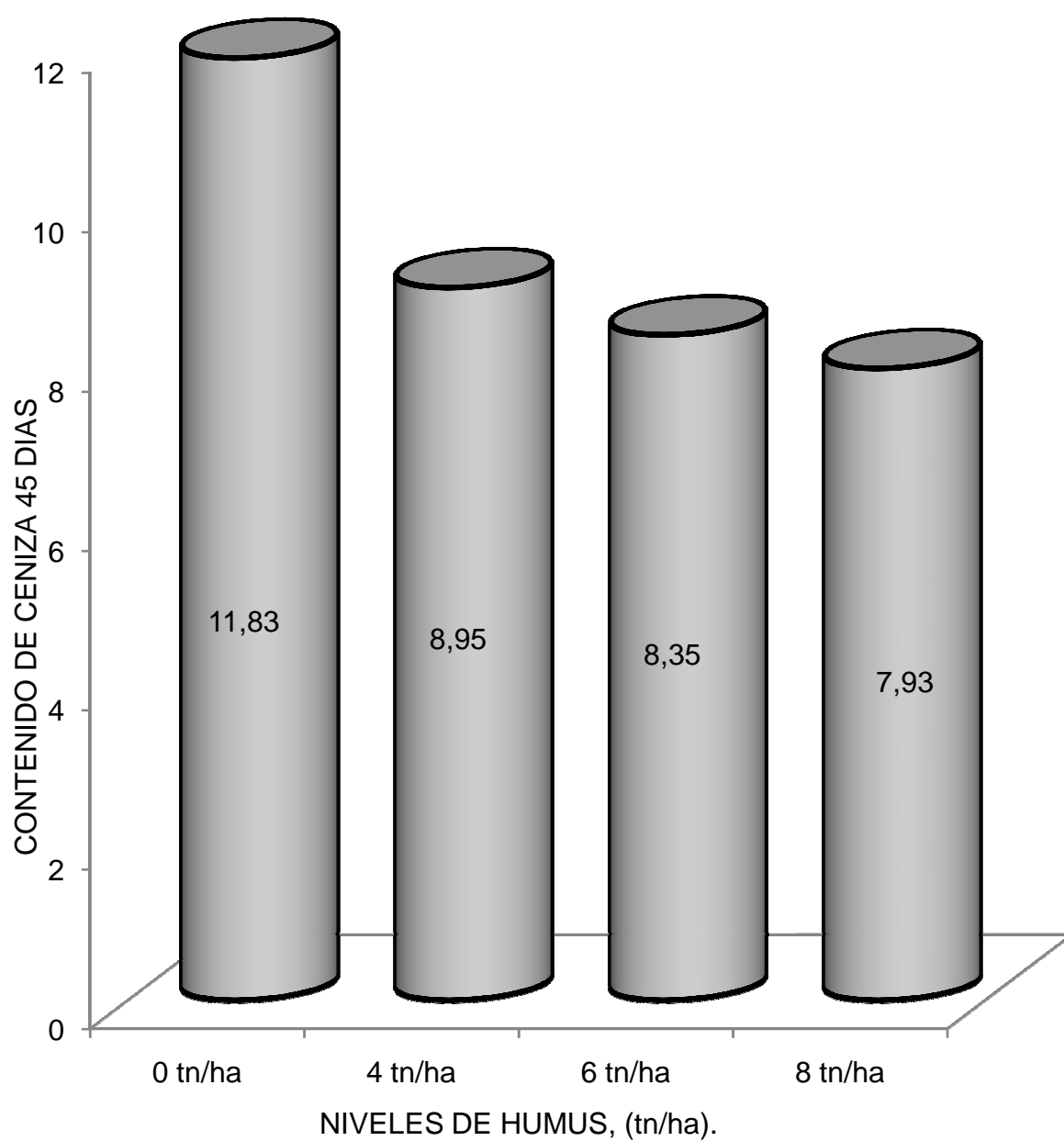


Gráfico 28. Comportamiento del contenido de cenizas a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa



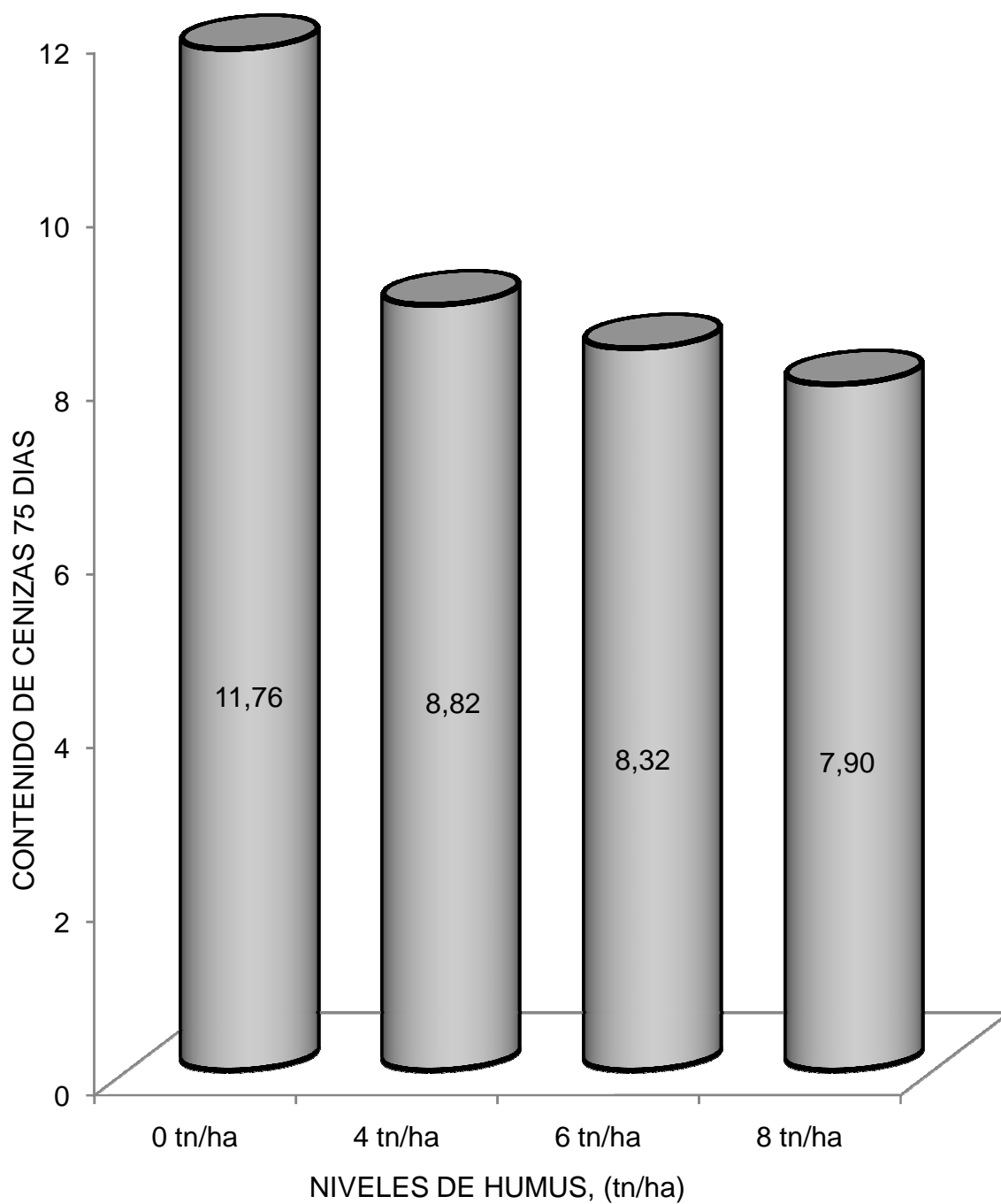


Gráfico 29. Comportamiento del contenido de cenizas a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

En el análisis de la regresión del contenido de cenizas del pasto maralfalfa tanto a los 45 como a los 75 días, que se ilustra en el gráfico 30 y 31, se determinó una tendencia cuadrática altamente significativa con una ecuación para los 45 días de  $y = 11.82 - 0.93x + 0.056x^2$ ; y a los 75 días de  $y = 11.75 - 0.94x + 0.057x^2$ , como se ilustra en el gráfico 26, que nos determina que por cada unidad porcentual de incremento del nivel de humus aplicado a la parcela de pasto maralfalfa, el contenido de cenizas inicialmente decrece en 0.93 y 0.94%, a los 45 y 75 días de corte con la aplicación de 4 y 6 tn/ha respectivamente, para posteriormente presentar un leve ascenso correspondiente a 0.056 y 0.057 % en las dos fases de corte indicadas. El coeficiente de determinación que es de 99.84 y 99.69% nos demuestra una asociación altamente significativa por parte de la variable dependiente (cenizas), en función de la variable independiente (nivel de humus).

#### **E. ANÁLISIS DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE LA FERTILIZACION CON DIFERENTES NIVELES DE HUMUS PARA LA PRODUCCION DEL *Pennisetumviolaceum* (MARALFALFA)**

Al realizar el análisis del suelo antes y después de la aplicación de humus, para la producción de maralfalfa, se reportaron diferencias numéricas entre los resultados registrados, indicándose que:

Para el caso del pH se reportó un valor antes de la aplicación de humus de 7.95 el cual desciende a 6.36 con la aplicación de la fertilización orgánica, es decir el uso de este fertilizante permite que el suelo presente ligeramente ácido, que es el ambiente óptimo para la producción del maralfalfa, esto se debe a la presencia de sales amoniacales que tienen un pH neutro, y que se encuentran en la composición del humus que se ha empleado. Este comportamiento se debe a lo manifestado por Capistrán, F. (1999), que indica que esta disminución en el pH se debió a que en la descomposición del humus se comenzó a secretar ácido úrico y compuestos fosfatados que en presencia de agua actúan como ácidos neutralizando en parte el pH alcalino del tratamiento, y por lo tanto descenso.

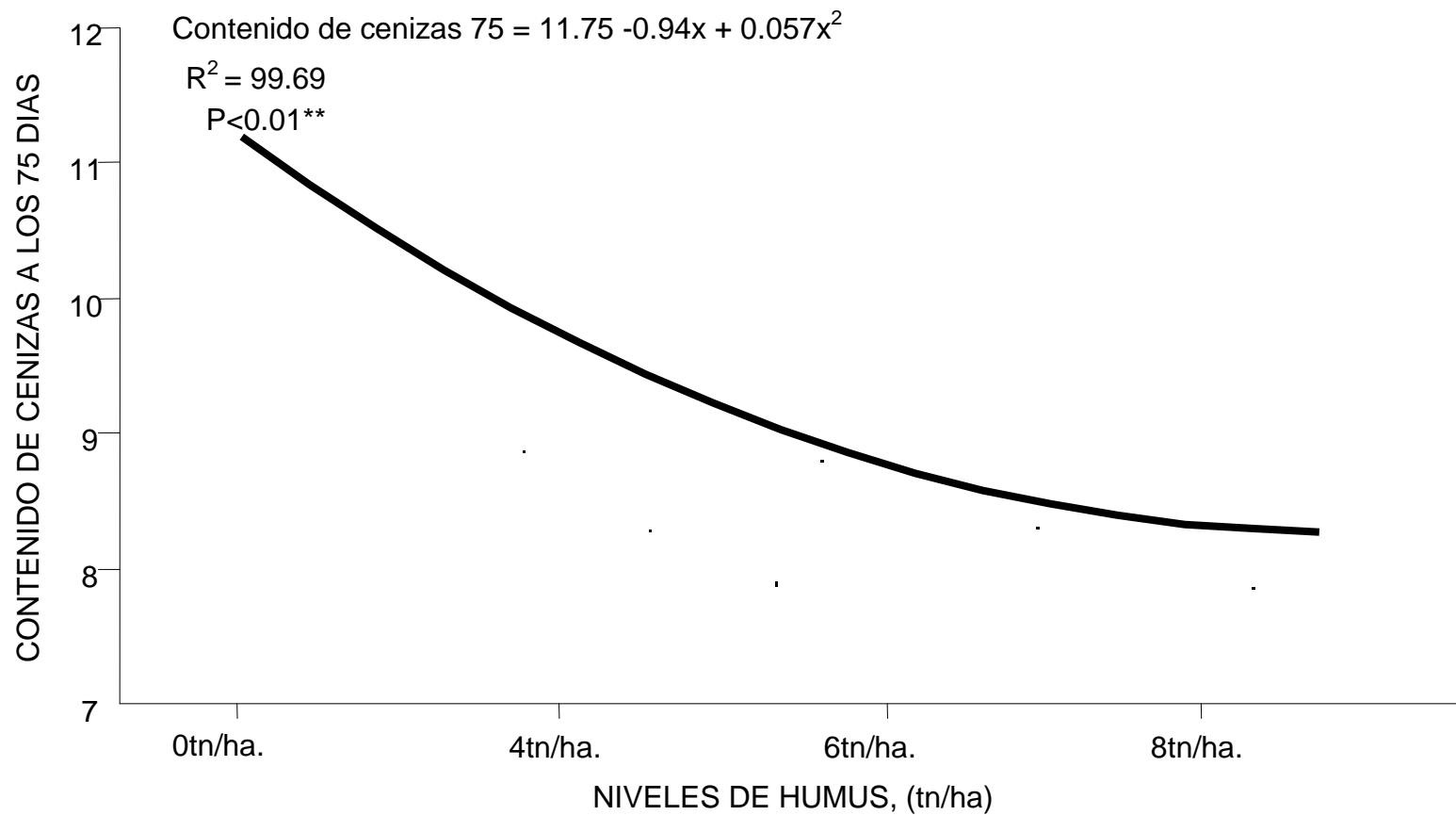


Gráfico 30. Regresión del contenido de humedad a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

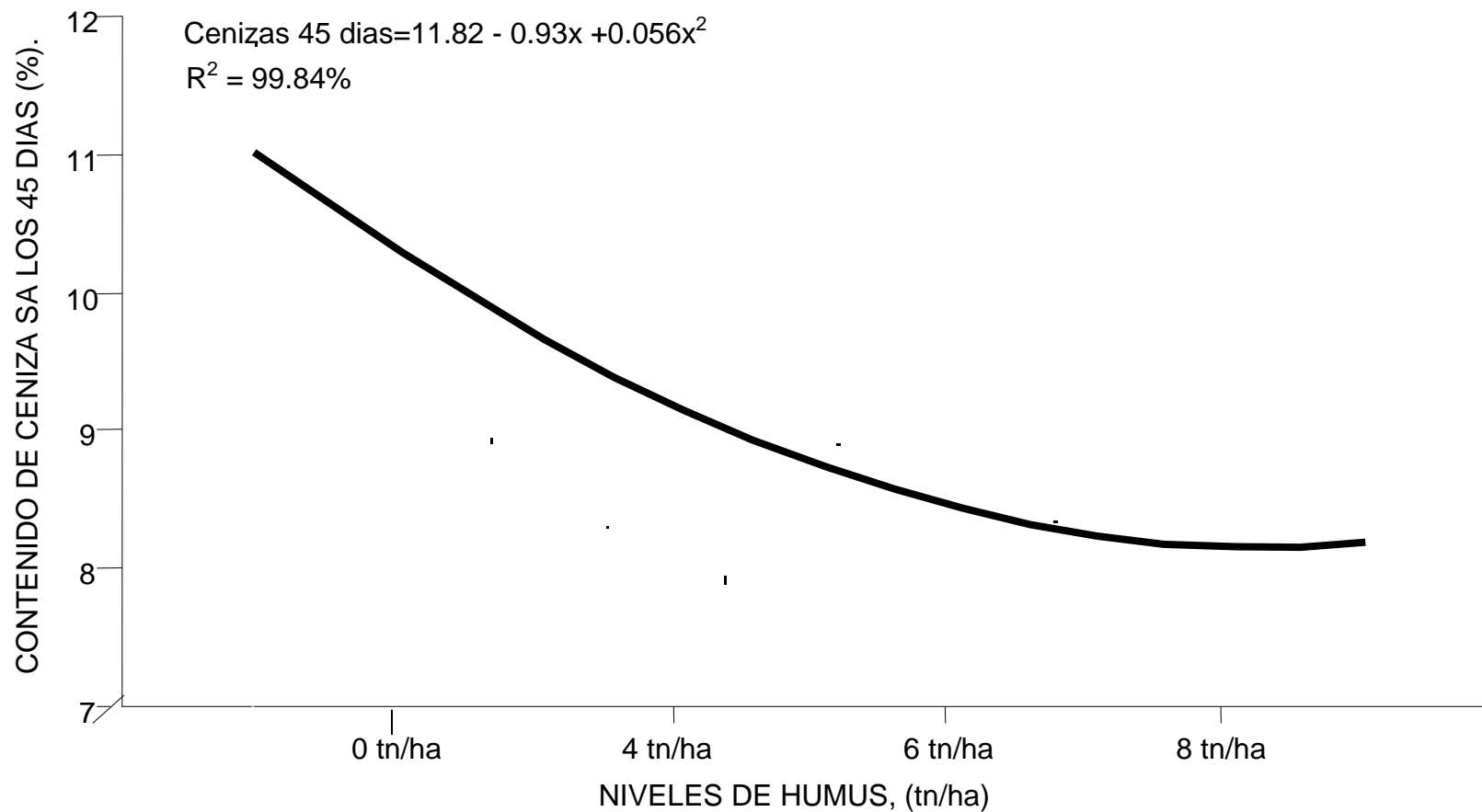


Gráfico 31. Regresión del contenido de humedad a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera del pasto maralfalfa.

En el contenido de materia orgánica del suelo antes y después de la fertilización con humus se pudo evidenciar un incremento correspondiente a 0.76 p.p.m. ya que partiendo de 4.11 p.p.m antes de la aplicación ascendió 4.87 p.p.m después de la aplicación del humus, lo que indica que la acción de los microorganismos como hongos y bacterias que descomponen el humus originaron un suelo rico en materia orgánica, de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes, para su desarrollo vegetativo, como se reporta en el cuadro 13.

El contenido de nitrógeno del suelo evidenció un ascenso significativo, ya que partiendo de 0.20 p.p.m. (antes de la fertilización orgánica) se incrementa a 0.24 p.p.m, (después de la fertilización) esta relación es directamente proporcional al consumo de la materia orgánica presente en el suelo, por parte de los microorganismos del humus ya que ha mayor desdoblamiento de las proteínas, existirá mayor presencia de nitrógeno en forma de amonio que se queda presente en el suelo y que la planta como ya completo sus requerimientos el excedente es el resultado que hemos indicado.

El análisis del suelo antes de la fertilización reportó valores de 0.97p.p.m en el contenido de potasio de las parcelas experimentales en tanto que después de la fertilización este valor se elevó ligeramente a 1.20p.p.m y esto pudo deberse a que las principales limitantes para su absorción es la baja disponibilidad en los suelos y la baja movilidad del elemento que no permite que la planta lo pueda absorber. Lo que puede deberse a lo manifestado por Capistrán, F. (1999), que indica que el humus, aumenta el área de exploración de las raíces en el suelo, permitiendo una mayor zona de contacto y por tanto de absorción de nutrientes, como el que es indispensable para el desarrollo de la planta. Además contribuye a la nutrición mineral de la planta en especial del fósforo, por absorción, traslocación y transferencia.

El contenido de calcio y magnesio de la parcela experimental de maralfalfare portó un comportamiento similar que en los nutrientes antes mencionados es decir que se incrementó después de la fertilización orgánica, ya que partiendo de un valor inicial de 3,55 y 1,15 cmol/kg se elevan a 4.20 y 2.47 cmol/kg

Cuadro 13. ANÁLISIS DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE LA PRODUCCIÓN DEL *Pennisetumviolaceum* (MARALFALFA) BAJO LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS.

PARÁMETRO	UNIDAD	ANTES	DESPUES
pH		7,95	6,36
Materia orgánica	%	4,11	4,87
Nitrógeno total	p.p.m	0,20	0,24
Potasio	cmol/kg	0,97	1,02
Calcio	cmol/kg	3,55	4,20
Magnesio	cmol/kg	1,15	2,47
Hierro	ppm	16,80	28,60
Manganeso	ppm	2,80	5,00
Cobre	ppm	5,30	7,00
Zinc	ppm	4,70	3,00

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de Calidad. (2010).

respectivamente, esto se debe a lo que manifiesta Becerra, A. (2009), que la acción del humus sobre el suelo permitió la disgregación y dispersión del calcio y magnesio que posteriormente fue absorbido por el pasto maralfalfa, provocando el ascenso de estos minerales en el suelo.

La conductibilidad eléctrica del suelo no sufrió cambios por efecto del uso de humus aplicado a la parcela experimental, demostrando que estos elementos no son buenos conductores eléctricos ya que no se ionizan por lo tanto no existe iones provistos de electrones libres que formen el flujo de la corriente eléctrica al no ionizarse sus elementos no influye en los óxidos e hidróxidos de los minerales para permitir que estos pasen a su fase elemental útil para la plantas esto quiere decir que la planta consumió estos minerales descendiendo su concentración en el suelo, sin existir regeneración de estos.

## **F. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Mediante la evaluación del análisis económico a través del seguimiento en cada labor agrícola, que se realizó en la producción del *Pennisetum violaceum* (maralfalfa), tomando en consideración como egresos el costo total de la producción de forraje verde a los 75 días, ya que es la edad óptima en realizar esta actividad, puesto que presenta una buena calidad bromatológica y nutricional.

Si tomamos en cuenta el indicador beneficio/costo, se determinó que la rentabilidad más alta fue la reportada por el tratamiento T3 con un beneficio costo de 2,72, lo que quiere decir que por cada dólar invertido se espera recibir una utilidad de 1,72 dólares, seguida del tratamiento T1 que reportó un B/C de 2.07 o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 1.07 %, la misma que desciende a 2.01 en los resultados del tratamiento T2, que indica una ganancia de 1.01% y finalmente la menor rentabilidad fue la registrada por las parcelas del tratamiento control con un B/C de 1.26, o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 26%, como se indica en el cuadro 14.

Cabe destacar que estos márgenes de rentabilidad son subjetivos pero se los verá en la práctica al alimentar a las vacas en producción a las que adicionalmente se les suministrará balanceado enriquecido con suplementos nutricionales, que incrementan los costos de producción animal, pero no del pasto maralfalfa. Por lo tanto debe reconocerse que la inversión en producir forraje de *Pennisetum violaceum* (maralfalfa), fertilizándolo orgánicamente con 8 tn/ha de humus, permite una recuperación económica que supera notablemente a la inversión de la banca comercial que en los actuales momentos bordea el 9%. Y además debemos saber que los abonos químicos o minerales lo único que aportan son nutrientes puros, que no mejoran el suelo como hacen los abonos orgánicos. Eso sí, enriquecen de minerales el suelo y las plantas disponen de alimento en cantidad, pero no en calidad.

Cuadro 14. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Egresos	TRATAMIENTOS			
	TO	T1	T2	T3
Mano de obra, \$	1120	1120	1120	1120
Corte de igualación (tractor picadora)	328,9	328,9	328,9	328,9
Análisis de suelos y bromatológicos	287,5	287,5	287,5	287,5
Tractor para arar	250	250	250	250
Humus	0	450	675	900
Control de malezas	80	80	80	80
Uso del terreno, \$	600	600	600	600
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>2666,4</b>	<b>3116,4</b>	<b>3341,4</b>	<b>3566,4</b>
Producción de forraje, tn/ha/corte	22,42	42,95	44,68	64,68
Costo por tonelada de forraje	150	150	150	150
Ingreso por venta de forraje,	3363	6442,5	6701	9702
<b>INGRESOS TOTALES</b>	<b>3363</b>	<b>6442,5</b>	<b>6701</b>	<b>9702</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>	<b>1,26</b>	<b>2,07</b>	<b>2,01</b>	<b>2,72</b>

Fuente: Alzamora, F. (2010).

\* No se tomaron en cuenta costos de establecimiento

\*Costo del saco de humus \$ 4.5

\* Costo de kilogramo de forraje \$ 0,15 Kg.



## **V. CONCLUSIONES**

1. La aplicación de 8 tn/ha de humus (T3), registró diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ), entre medias por efecto del nivel de humus aplicado, presentándose las mejores alturas y producción de materia seca, en las edades al corte analizadas (45, 75 días) con 1.16 y 1.90 metros y 8,57 y 39,07 tn/ha, respectivamente.
2. El pasto maralfalfa obtuvo una producción promedio de forraje verde a los 75 días de 64.68 tn FV/ha, en el tratamiento T3, de 42.95 y 44.68 tn FV/ha en los tratamientos T1 y T2 respectivamente mientras que los reportes más bajos le correspondió al grupo control con 22,42tn FV/ha, reportando diferencias altamente significativas entre medias
3. en el análisis bromatológico el mejor contenido proteínico y graso, de 11.64; 11.59; 0.91 y 0.88% a los 45 y 75 días respectivamente con la fertilización con 8 tn/ha de humus (T3), en tanto que el mejor contenido de humedad a los 45 y 75 días se reportó con la fertilización con 6 tn/ha de humus (T2) con 60.86 y 60.91%, en su orden.
4. El análisis económico señala que el mejor beneficio costo se registró en el tratamiento T3 ( 8tn/ha de humus), con 2,72 es decir una rentabilidad del 72% , siguiendo en importancia el tratamiento T1 con un beneficio costo de 2.07. mientras que la rentabilidad más baja fue la reportada por el grupo control con 1,26.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Utilizar fertilizaciones con el 8% de humus (T3), ya que se reportaron los mejores índices de producción tanto en materia seca como forraje verde al igual que las mayores alturas, que inclusive superan a los de los pastos propios de la zona que están totalmente adaptados.
2. Realizar investigaciones con fertilización orgánica utilizando mayores cantidades de humus que las empleadas para comparar sus resultados con los obtenidos en este estudio y observar cómo es el comportamiento productivo forrajero del *Pennisetum violaceum*, en otros ecosistema
3. Efectuar investigaciones en nutrición animal utilizando *Pennisetum violaceum* (maralfalfa), ya que los datos de la calidad nutricional del pasto constituyen sin duda una alternativa a futuro en la alimentación de la ganadería.

## VII. LITERATURA CITADA

1. BECERRA, A. EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS DE LOMBRIZ EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DEL *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).2009.Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. pp. 53, 64.
2. CAPISTRÁN, F. 1999. Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje. 3a ed. Xalapa, México. Edit. Instituto de Ecología. pp 151 – 162.
3. CONTI, C. 2000 Acciones e interacciones de nutrientes en el suelo 4a ed. Mexico D.F. Mexico. Edit. Limusa. pp. 94 – 100.
4. CORREA, A. 2002. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. Edit. Limusa. pp. 94 – 100.
5. CORTES, F. 1985. Micronutrientes en la agricultura. 2a ed. Bogota, Colombia. Edit. INDA. pp. 153 – 160.
6. CRUZ, D. 2008. Evaluacion del potencial forajero del pasto maralfalfa *Pennisetum violaceum*, con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fosforo con una base estándar de potasio. Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. pp 9, 44.
7. DOMÍNGUEZ, A. 1998. Los Abonos orgánicos y minerales. 7a ed. Madrid, España. Edit. Ministerio de Agricultura y Ganadería. pp. 140 – 145.

8. ECUADOR, REGISTROS METEOROLOGICOS DEL CANTÓN CHAMBO. 2003. Ilustre Municipio del Cantón Chambo.
9. FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA LA PROMOCIÓN SOCIAL Y EL DESARROLLO ECONÓMICO. 2000. Establecimiento, manejo y aplicación de abono orgánico. 1a ed. Homeni, San Salvador. Edit Lopenca. pp. 45 56.
10. GRIJALVA, J. 1995. Producción de pastizales en la Región Interandina del Ecuador. Manual N° 30. Quito, Ecuador. Edit. INIAP pp. 10-22.
11. GROOS, A. 1998. Abonos: guía de fertilización. 5a ed. Madrid, España. Edit. Mundo Prensa. pp. 45 53.
12. HAJDUK W. 2004. Reseña de la maralfalfa. En: memorias del I Seminario Nacional del Pasto Maralfalfa. Medellín, Colombia. Edit. Kappes. pp. 9 – 12.
13. <http://www.maralfalfa.com>. 2006. Acosta, S. Historia del pasto maralfalfa *Penicetum violaceum* (maralfalfa).
14. <http://www.maralfalfa.net>. 2007. Andino, C. Produccion del pasto maralfalfa en nuestro país.
15. <http://www.infoagro.com>. 2007. Arizaga, A. Descripción de los fertilizantes orgánicos.
16. <http://www.infojardin.com>. 2006. Cajamarca, P. Desventajas en el uso de los abonos orgánicos.

17. <http://www.dobleu.com>. 2005. Calahorrano, J. La composición del humus como fertilizante.
18. <http://www.laneta.apc.org>. 2007. Dawson, S. Como aumentar la cantidad de humus en el suelo.
19. <http://www.sian.inia.gob.ve>. 2007. Jimenez, D. La fertilización del pasto maralfalfa.
20. <http://www.angilfere.com>. 2010. Lozada, P. La producción y requerimientos del pasto maralfalfa.
21. <http://www.geocities.com>. 2005. Mendoza, S. El humus y su aplicación como fertilizante.
22. <http://www.recycleworks.org>. 2007. Perez, A. Los fertilizantes organicos en la producción de pastos.
23. <http://www.tnrcc.state.tx.us>. 2007. Pintado, S. Tecnicas para la producción de humus.
24. <http://www.humus.com>. 2010. Romero, M. Producción del pasto maralfalfa en climas templados.
25. MOLINA, S. 2005, Evaluación agronómica y bromatológica del pasto maralfalfa (*pennisetum*sp.) cultivado en el valle del sinú. 2a ed. Sinú, Uruguay. Edit. Carmelo. pp 12 – 19.
26. PADILLA, A. 2000. Producción de semilla de dos ecotipos de *Stipaplumeris* con diferentes niveles de fertilización, a base de nitrógeno y fósforo.

Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. pp 9, 44.

27. ROBINSON D. 2005. Fertilización y utilización de nutrientes en campos forrajeros de corte. 1a ed. Bogotá, Colombia. Edit. Sima. pp 41-54.
28. RODRÍGUEZ, P. 1999. Agricultura Orgánica y Biofertilización. Curso para Maestros. 1a ed. Granma, Cuba. Edit. Universidad de Granma. pp 43-44.
29. SAÑUDO A. 2002, "Principales forrajes para la alimentación Ganadera en Colombia", 2ª ed., Nariño - Colombia, editorial Méndez, pp. 322 – 351.
30. TERRANOVA, M. (1995). Enciclopedia Agropecuaria "Producciones Agrícolas II". 5a ed. Bogotá – Colombia. Edit. CARPELUS. pp. 46-69.
31. TORRES, M. 2002. Efectos de los fertilizantes en la utilización de la pradera tropical. 2a ed. Cali, Colombia. Edit. CIAT. pp 20 – 45.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Análisis de varianza de la altura de la planta de maralfalfa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

Trat	Ensayos	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	1	0,99	0,94	0,89	2,81	0,94
T0	2	1,01	1,04	1,02	3,07	1,02
T1	1	1,07	1,06	1,03	3,16	1,05
T1	2	1,20	1,16	1,17	3,53	1,18
T2	1	1,20	1,30	1,15	3,65	1,22
T2	2	1,07	1,07	1,08	3,22	1,07
T3	1	1,17	1,15	1,12	3,44	1,15
T3	2	1,23	1,27	1,18	3,68	1,23
Suma de bloques		8,93	8,97	8,65	26,55	1,11

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	FISHER			sig
				Tab	0,05	0,01	
total	23	0,242	0,01				
bloques	2	0,008	0,00	3,55	3,74	6,51	**
trat	7	0,218	0,03	27,91	2,76	4,28	**
FA	3	0,144	0,05	42,83	3,34	5,56	**
FB	1	0,008	0,0081	7,28	4,60	8,86	ns
INT A*B	3	0,067	0,02	19,87	3,34	5,56	ns
ERROR	14	0,016	0,00				

c. Estadísticos generales

CV	2,20
MG	1,06
Sx	0,007



#### d. Separación de medias de los tratamientos

Por efecto de los tratamientos

0	0,94	a
4 Tn/ha	1,06	b
6 Tn/ha	1,07	c
8 Tn/ha	1,16	d

Por efecto de las réplicas

R1	1,09	a
R2	1,12	a

Por efecto de la interacción

Interaccion	Media	Grupo
T1R1	0,94	a
T1R2	1,02	a
T1R3	1,05	a
T2R1	1,18	a
T2R2	1,22	a
T2R3	1,07	a
T3R1	1,15	a
T3R2	1,23	a
T3R3	1,11	a

Anexo 2. Análisis de varianza de la altura de la planta de maralfalfa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

Trat	Ensayos	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	1	1,37	1,40	1,32	4,08	1,36
T0	2	1,48	1,49	1,23	4,20	1,40
T1	1	1,73	1,79	1,66	5,18	1,73
T1	2	1,78	1,91	1,56	5,25	1,75
T2	1	1,70	1,72	1,82	5,24	1,75
T2	2	1,84	1,72	1,95	5,51	1,84
T3	1	2,00	1,80	2,00	5,80	1,93
T3	2	2,12	1,85	1,92	5,89	1,96
		<b>14,02</b>	<b>13,68</b>	<b>13,45</b>	<b>41,14</b>	<b>1,71</b>

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	FISHER			sig
				Tab	0,05	0,01	
total	23	1,27	0,06				
bloques	2	0,02	0,01	0,71	3,74	6,51	**
trat	7	1,06	0,15	10,69	2,76	4,28	**
FA	3	1,04	0,35	24,56	3,34	5,56	**
FB	1	0,0129	0,01	0,9133	4,60	8,86	ns
INT A*B	3	0,0038	0,00	0,0905	3,34	5,56	ns
ERROR	14	0,20	0,01				

c. Estadísticos generales

CV	5,12
MG	1,68
Sx	0,02

d. Separación de medias de los tratamientos

Por efecto de los tratamientos

trat	Medias	Grupos
0 tn/ha	1,36	a
4 tn/ha	1,76	b
6 tn/ha	1,71	c
8 tn/ha	1,90	d

Por efecto de las réplicas

Replica	Media	Grupo
R1	1,69	a
R2	1,74	a

Por efecto de la interacción

Interaccion	Media	Grupo
T1R1	1,36	a
T1R2	1,40	a
T1R3	1,73	a
T2R1	1,75	a
T2R2	1,75	a
T2R3	1,84	a
T3R1	1,93	a
T3R2	1,96	a
T3R3	1,71	a

Anexo 3. Análisis de varianza de la producción de forraje verde de maralfalfa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

Trat	Ensayos	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	1	6,76	6,84	6,35	19,95	6,65
T0	2	6,70	6,87	6,72	20,29	6,76
T1	1	10,30	10,92	11,14	32,36	10,79
T1	2	10,31	11,20	11,10	32,61	10,87
T2	1	11,30	11,05	11,59	33,94	11,31
T2	2	11,42	11,03	11,58	34,03	11,34
T3	1	13,73	14,65	14,82	43,20	14,40
T3	2	13,91	14,68	14,81	43,40	14,47
		<b>84,43</b>	<b>87,24</b>	<b>88,11</b>	<b>259,78</b>	<b>10,82</b>

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	FISHER			sig
				Tab	0,05	0,01	
total	23	183,92	8,00				
bloques	2	0,92	0,46	4,17	3,74	6,51	**
trat	7	181,44	25,92	233,71	2,76	4,28	**
FA	3	181,40	60,47	545,21	3,34	5,56	**
FB	1	0,0323	0,03	0,29	4,60	8,86	ns
INT A*B	3	0,0054	0,00	0,02	3,34	5,56	ns
ERROR	14	1,55	0,11				

c. Estadísticos generales

CV	3,76
MG	10,80
Sx	0,12

d. Separación de medias de los tratamientos  
Por efecto de los tratamientos

Tratamientos	Medias	Grupo
0 tn/ha	6,65	a
4 tn/ha	10,79	b
6 tn/ha	11,36	c
8 tn/ha	14,40	d

Por efecto de las réplicas

Replica	Media	Grupo
R1	10,79	a
R2	10,86	a

Por efecto de la interacción

Interaccion	Media	Grupo
T1R1	6,65	a
T1R2	6,76	a
T1R3	10,79	a
T2R1	10,87	a
T2R2	11,31	a
T2R3	11,34	a
T3R1	14,40	a
T3R2	14,47	a
T3R3	10,82	a

Anexo 4. Análisis de varianza de la de laproducción de forraje verde maralfalfa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

Trat	Ensayos	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	1	23,51	22,91	20,84	67,26	22,42
T0	2	22,50	23,20	20,20	65,90	21,97
T1	1	39,55	46,36	38,45	124,36	41,45
T1	2	39,62	47,20	38,49	125,31	41,77
T2	1	44,53	44,83	51,89	141,25	47,08
T2	2	44,20	44,86	51,85	140,91	46,97
T3	1	68,74	60,62	61,31	190,67	63,56
T3	2	68,70	60,66	62,50	191,86	63,95
		<b>351,35</b>	<b>350,64</b>	<b>345,53</b>	<b>1047,52</b>	<b>43,65</b>

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	FISHER			sig
				Tab	0,05	0,01	
total	23	5518,75	239,95				
bloques	2	2,52	1,26	0,08	3,74	6,51	**
trat	7	5281,65	754,52	45,03	2,76	4,28	**
FA	3	5280,94	1760,31	105,06	3,34	5,56	**
FB	1	0,0081	0,01	0,0005	4,60	8,86	ns
INT A*B	3	0,7059	0,24	0,0140	3,34	5,56	ns
ERROR	14	234,58	16,76				

c. Estadísticos generales

CV	9,98
MG	43,68
Sx	1,26

d. Separación de medias de los tratamientos

Por efecto de los tratamientos

trat	Medias	Grupos
0 tn/ha	22,42	a
4 tn/ha	42,95	b
6 tn/ha	44,68	c
8 tn/ha	64,68	d

Por efecto de las réplicas

Replica	Media	Grupo
R1	43,63	a
R2	43,67	a

Por efecto de la interacción

Interaccion	Media	Grupo
T1R1	22,42	a
T1R2	21,97	a
T1R3	41,45	a
T2R1	41,77	a
T2R2	47,08	a
T2R3	46,97	a
T3R1	63,56	a
T3R2	63,95	a
T3R3	43,65	a

Anexo 5. Análisis de varianza de laproducción demateria seca a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

Trat	Ensayos	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	1	2,72	2,75	2,55	8,02	2,67
T0	2	2,80	2,70	2,40	7,90	2,63
T1	1	5,91	6,27	6,40	18,58	6,19
T1	2	5,89	6,32	6,53	18,74	6,25
T2	1	6,20	6,72	7,05	19,97	6,66
T2	2	7,10	6,50	7,04	20,64	6,88
T3	1	8,30	8,85	8,95	26,10	8,70
T3	2	8,50	9,20	9,00	26,70	8,90
		<b>47,41</b>	<b>49,31</b>	<b>49,92</b>	<b>146,65</b>	<b>6,11</b>

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	FISHER			sig
				Tab	0,05	0,01	
total	23	119,43	5,19				
bloques	2	0,43	0,21	2,68	3,74	6,51	**
trat	7	117,88	16,84	211,18	2,76	4,28	**
FA	3	117,74	39,25	492,17	3,34	5,56	**
FB	1	0,0717	0,07	0,8993	4,60	8,86	ns
INT A*B	3	0,0701	0,02	0,2928	3,34	5,56	ns
ERROR	14	1,12	0,08				

c. Estadísticos generales

CV	3,77
MG	6,05
Sx	0,07



d. Separación de medias de los tratamientos

Por efecto de los tratamientos

trat	Medias	Grupos
0 tn/ha	2,67	a
4 tn/ha	6,09	b
6 tn/ha	6,85	c
8 tn/ha	8,57	d

Por efecto de las réplicas

Replica	Media	Grupo
R1	6,06	a
R2	6,17	a

Por efecto de la interacción

Interaccion	Media	Grupo
T1R1	2,67	a
T1R2	2,63	a
T1R3	6,19	a
T2R1	6,25	a
T2R2	6,66	a
T2R3	6,88	a
T3R1	8,70	a
T3R2	8,90	a
T3R3	6,11	a

Anexo6 .Análisis de varianza de laproducción de materia seca a los 75 días la por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

Trat	Ensayos	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	1	9,45	9,21	8,38	27,05	9,02
T0	2	9,80	9,19	8,40	27,39	9,13
T1	1	22,70	26,62	22,07	71,39	23,80
T1	2	22,80	24,50	22,09	69,39	23,13
T2	1	27,10	27,28	31,57	85,95	28,65
T2	2	27,80	27,10	31,50	86,40	28,80
T3	1	41,52	36,62	37,03	115,17	38,39
T3	2	41,50	36,60	37,01	115,11	38,37
		<b>202,67</b>	<b>197,12</b>	<b>198,06</b>	<b>597,84</b>	<b>24,91</b>

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	FISHER			sig
				Tab	0,05	0,01	
total	23	2764,39	120,19				
bloques	2	2,21	1,10	0,23	3,74	6,51	**
trat	7	2694,03	384,86	79,06	2,76	4,28	**
FA	3	2693,31	897,77	184,42	3,34	5,56	**
FB	1	0,0666	0,07	0,0137	4,60	8,86	ns
INT A*B	3	0,6554	0,22	0,0449	3,34	5,56	ns
ERROR	14	68,15	4,87				

c. Estadísticos generales

CV	10,33
MG	24,98
Sx	0,75

d. Separación de medias de los tratamientos

Por efecto de los tratamientos

trat	Medias	Grupos
0 tn/ha	9,02	0 tn/ha
4 tn/ha	24,66	4 tn/ha
6 tn/ha	27,19	6 tn/ha
8 tn/ha	39,07	8 tn/ha

Por efecto de las réplicas

Replica	Media	Grupo
R1	24,96	a
R2	24,86	a

Por efecto de la interacción

Interaccion	Media	Grupo
T1R1	9,02	a
T1R2	9,13	a
T1R3	23,80	a
T2R1	23,13	a
T2R2	28,65	a
T2R3	28,80	a
T3R1	38,39	a
T3R2	38,37	a
T3R3	24,91	a

Anexo 7. Análisis de varianza del contenido de proteína a los 45 días de la maralfalfa fertilizada con diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

tratam	REPETICION			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	10,89	10,80	10,92	32,61	10,87
T1	9,05	9,01	9,08	27,14	9,03
T2	9,23	9,25	9,24	27,72	9,24
T3	11,63	11,65	11,61	34,89	11,64
Suma Bloq	40,80	40,71	40,85	122,36	10,20

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	G.L.	SC	CM	FC	FT		D.E.
					0,05	0,01	
TOTAL	11	14,248	1,295				
BLOQUES	2	0,003	0,001	0,9	5,14	10,9	ns
TRATAMIENTO S	3	14,237	4,746	3254,08	4,76	9,8	**
ERROR	6	0,009	0,001				

c. Estadísticos generales

CV	0,37
MG	10,20
Sx	0,011
Sx	0,000

d. Separación de medias de los tratamientos

Tratamientos	Medias	Grupo
T0	10,87	a
T1	9,03	b
T2	9,24	c
T3	11,64	d

Anexo 8. Análisis de varianza del contenido de proteína a los 75 días de la maralfalfa fertilizada con diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

tratam	REPETICION			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	10,85	10,78	10,80	32,43	10,81
T1	8,98	8,97	9,07	27,02	8,98
T2	9,15	9,21	9,21	27,57	9,18
T3	11,60	11,58	11,52	34,70	11,59
Suma Bloq	40,58	40,54	40,60	121,72	10,14

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	G.L.	SC	CM	FC	FT		D.E.
					0,05	0,01	
TOTAL	11	14,028	1,275				
BLOQUES	2	0,000	0,000	0,1	5,14	10,9	ns
TRATAMIENTOS	3	14,014	4,671	1992,45	4,76	9,8	**
ERROR	6	0,014	0,002				

c. Estadísticos generales

CV	0,48
MG	10,14
Sx	0,014
Sx	0,000

d. Separación de medias de los tratamientos

Tratamientos	Medias	Grupo
T0	10,81	a
T1	8,98	b
T2	9,18	c
T3	11,59	d

Anexo 9. Análisis de varianza del contenido de grasa de la planta de maralfalfa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Mediciones experimentales

tratam	REPETICION			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	0,92	0,91	0,94	<b>2,77</b>	<b>0,92</b>
T1	0,79	0,78	0,79	<b>2,36</b>	<b>0,79</b>
T2	0,72	0,75	0,71	<b>2,18</b>	<b>0,74</b>
T3	0,92	0,90	0,94	<b>2,76</b>	<b>0,91</b>
Suma Bloq	<b>3,35</b>	<b>3,34</b>	<b>3,38</b>	<b>10,07</b>	<b>0,84</b>

b. Análisis de Varianza

FV	G.L.	SC	CM	FC	FT		D.E.
					0,05	0,01	
TOTAL	11	0,089	0,008				
BLOQUES	2	0,000	0,000	0,3	5,14	10,9	ns
TRATAMIENTOS	3	0,087	0,029	87,82	4,76	9,8	**
ERROR	6	0,002	0,000				

c. Estadísticas generales

CV	2,17
MG	0,84
Sx	0,005
Sx	0,000

d. Separación de medias de los tratamientos

Tratamientos	Medias	Grupo
T0	0,92	a
T1	0,79	b
T2	0,74	c
T3	0,91	d

Anexo 10. Análisis de varianza del contenido de grasa de la planta de maralfalfa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

tratam	REPETICION			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	0,91	0,89	0,91	2,71	0,90
T1	0,74	0,75	0,72	2,21	0,75
T2	0,68	0,71	0,65	2,04	0,70
T3	0,89	0,87	0,89	2,65	0,88
Suma Bloq	3,22	3,22	3,17	9,61	0,81

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	G.L.	SC	CM	FC	FT		D.E.
					0,05	0,01	
TOTAL	11	0,111	0,010				
BLOQUES	2	0,000	0,000	0,5	5,14	10,9	ns
TRATAMIENTOS	3	0,108	0,036	90,71	4,76	9,8	**
ERROR	6	0,002	0,000				

c. Estadísticos generales

CV	2,47
MG	0,81
Sx	0,006

d. Separación de medias de los tratamientos

Tratamientos	Medias	Grupo
T0	0,90	a
T1	0,75	b
T2	0,70	c
T3	0,88	d

Anexo 11. Análisis de varianza de la humedad de la planta de maralfalfa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

tratam	REPETICION			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	40,21	40,20	40,23	120,64	40,21
T1	57,41	56,89	57,40	171,70	57,15
T2	60,85	60,87	60,79	182,51	60,86
T3	60,40	60,42	60,39	181,21	60,41
Suma Bloq	218,87	218,38	218,81	656,06	54,66

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	G.L.	SC	CM	FC	FT		D.E.
					0,05	0,01	
TOTAL	11	859,576	78,143				
BLOQUES	2	0,036	0,018	0,7	5,14	10,9	ns
TRATAMIENTOS	3	859,394	286,465	11808,92	4,76	9,8	**
ERROR	6	0,146	0,024				

c. Estadísticos generales

CV	0,28
MG	54,66
Sx	0,045
Sx	0,000

d. Separación de medias de los tratamientos

Tratamientos	Medias	Grupo
T0	40,21	a
T1	57,15	b
T2	60,86	c
T3	60,41	d



Anexo 12. Análisis de varianza de la humedad de la planta de maralfalfa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

tratam	REPETICION			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	42,10	41,90	40,15	124,15	41,38
T1	57,40	56,00	63,00	176,40	56,70
T2	60,89	60,92	60,81	182,62	60,91
T3	60,48	60,47	60,41	181,36	60,48
Suma Bloq	220,87	219,29	224,37	664,53	54,87

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	G.L.	SC	CM	FC	FT		D.E.
					0,05	0,01	
TOTAL	11	820,306	74,573				
BLOQUES	2	3,379	1,690	0,4	5,14	10,9	ns
TRATAMIENTOS	3	790,555	263,518	59,96	4,76	9,8	**
ERROR	6	26,372	4,395				

c. Estadísticos generales

CV	3,82
MG	54,87
Sx	0,605
Sx	0,000

d. Separación de medias de los tratamientos

Tratamientos	Medias	Grupo
T0	41,38	a
T1	56,70	b
T2	60,91	c
T3	60,48	d

Anexo 13. Análisis de varianza de las cenizas de la planta de maralfalfa a los 45 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

tratam	REPETICION			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	11,81	11,83	11,84	35,48	11,83
T1	8,94	8,95	8,92	26,81	8,95
T2	8,35	8,35	8,32	25,02	8,35
T3	7,94	7,92	7,95	23,81	7,93
Suma Bloq	37,04	37,05	37,03	111,12	9,26

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	G.L.	SC	CM	FC	FT		D.E.
					0,05	0,01	
TOTAL	11	27,872	2,534				
BLOQUES	2	0,000	0,000	0,1	5,14	10,9	ns
TRATAMIENTOS	3	27,870	9,290	28584,41	4,76	9,8	**
ERROR	6	0,002	0,000				

c. Estadísticos generales

CV	0,19
MG	9,26
Sx	0,005
Sx	0,000

d. Separación de medias de los tratamientos

Tratamientos	Medias	Grupo
T0	11,83	a
T1	8,95	b
T2	8,35	c
T3	7,93	d

Anexo 14. Análisis de varianza de las cenizas de la planta de maralfalfa a los 75 días por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus.

a. Resultados experimentales

tratam	REPETICION			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	11,75	11,79	11,74	35,28	11,76
T1	8,81	8,82	8,89	26,52	8,82
T2	8,32	8,31	8,30	24,93	8,32
T3	7,91	7,89	7,88	23,68	7,90
Suma Bloq	36,79	36,81	36,81	110,41	9,20

b. Análisis de varianza de los tratamientos

FV	G.L.	SC	CM	FC	FT		D.E.
					0,05	0,01	
TOTAL	11	27,554	2,505				
BLOQUES	2	0,000	0,000	0,03	5,14	10,9	ns
TRATAMIENTOS	3	27,548	9,183	9499,32	4,76	9,8	**
ERROR	6	0,006	0,001				

c. Estadísticos generales

CV	0,34
MG	9,20
Sx	0,009
Sx	0,000

d. Separación de medias de los tratamientos

Tratamientos	Medias	Grupo
T0	11,76	a
T1	8,82	b
T2	8,32	c
T3	7,90	d