



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO FORRAJERO DEL
Pennisetum sp. (MARALFALFA) APLICANDO DIFERENTES NIVELES DE CASTING.”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

JOSÉ DAVID ABARCA BONILLA

Riobamba – Ecuador

2011

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

Ing. M.C. Hugo Estuardo Gavilánez Ramos.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

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

DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. José Vicente Trujillo Villacis.

ASESOR DE TESIS

Riobamba, 10 de enero del 2011

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-----------|
| Resumen | v |
| Abstract | vi |
| Lista de cuadros | vii |
| Lista de gráficos | viii |
| Lista de anexos | ix |
| | |
| I. <u>INTRODUCCIÓN</u> | 1 |
| II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u> | 3 |
| A. EL SUELO | 3 |
| 1. <u>Características</u> | 3 |
| 2. <u>Importancia de la fertilización del suelo</u> | 4 |
| 3. <u>Componentes principales del suelo</u> | 5 |
| B. FERTILIZACIÓN FOLIAR | 6 |
| 1. <u>Mecanismo de absorción y transporte en la fertilización foliar</u> | 7 |
| a. Cutícula | 7 |
| b. Membrana citoplasmática | 7 |
| c. Citoplasma | 8 |
| 2. <u>Ventajas de la fertilización foliar</u> | 8 |
| C. ABONO ORGÁNICO | 9 |
| 1. <u>Definición</u> | 9 |
| 2. <u>Importancia de los abonos orgánicos</u> | 10 |
| 3. <u>Propiedades de los abonos orgánicos</u> | 11 |
| a. Propiedades físicas | 11 |
| b. Propiedades químicas | 12 |
| c. Propiedades biológicas | 12 |
| d. Inhibición de patógenos del suelo | 13 |
| 4. <u>Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos</u> | 14 |
| D. ASPECTOS GENERALES DEL CASTING | 15 |
| 1. <u>Proceso de transformación en sustrato (casting)</u> | 16 |
| 2. <u>Composición química</u> | 16 |
| 3. <u>Ventajas del proceso de elaboración del abono orgánico casting</u> | 18 |
| 4. <u>Factores importantes para la preparación del casting</u> | 19 |
| a. La temperatura | 19 |

| | |
|--|----|
| b. El pH (acidez) | 20 |
| c. El riego | 20 |
| d. Humedad | 21 |
| e. La aireación | 21 |
| 5. <u>Cantidad de casting recomendada por superficie</u> | 21 |
| E. MARALFALFA (<i>Pennisetum sp</i>) | 22 |
| 1. <u>Características</u> | 23 |
| 2. <u>Producción de forraje</u> | 23 |
| 3. <u>Condiciones agroclimáticas</u> | 23 |
| 4. <u>Rendimiento</u> | 24 |
| 5. <u>Siembra</u> | 24 |
| 6. <u>Cantidad de semilla por Ha</u> | 24 |
| 7. <u>Altura</u> | 24 |
| 8. <u>Corte</u> | 24 |
| 9. <u>Fertilización</u> | 24 |
| 10. <u>Ventajas del pasto maralfalfa</u> | 25 |
| 11. <u>Uso</u> | 25 |
| 12. <u>Como utilizarlo</u> | 25 |
| 13. <u>Contenido bromatológico</u> | 25 |
| III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> | 27 |
| A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO | 27 |
| 1. <u>Condiciones meteorológicas</u> | 27 |
| 2. <u>Condiciones edáficas</u> | 27 |
| B. UNIDADES EXPERIMENTALES | 28 |
| C. MATERIALES , EQUIPOS E INSUMOS | 28 |
| 1. <u>Materiales</u> | 28 |
| 2. <u>Equipos</u> | 29 |
| 3. <u>Insumos</u> | 29 |
| D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL | 29 |
| 1. <u>Esquema del experimento</u> | 30 |
| E. MEDICIONES EXPERIMENTALES | 30 |
| F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA. | 31 |
| 1. <u>Esquema del ADEVA</u> | 31 |

| | |
|---|----|
| G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL | 31 |
| 1. <u>Descripción del experimento</u> | 31 |
| H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN | 32 |
| 1. <u>Tiempo de ocurrencia de la prefloración</u> | 32 |
| 2. <u>Altura de la planta</u> | 32 |
| 3. <u>Cobertura Basal</u> | 32 |
| 4. <u>Cobertura Aérea</u> | 32 |
| 5. <u>Número de tallos</u> | 33 |
| 6. <u>Número de hojas /tallo</u> | 33 |
| 7. <u>Producción de forraje verde y materia seca</u> | 33 |
| 8. <u>Análisis económico</u> | 33 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 34 |
| A.COMPORTAMIENTO AGROBOTANICO DEL PASTO MARALFALFA (<i>Pennisetum sp</i>) EN LA ETAPA DE PREFLORACIÓN POR EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CASTING EN EL PRIMER CORTE | 34 |
| 1. <u>Altura de la planta</u> | 34 |
| a. A los 30 días | 34 |
| b. A los 60 días | 37 |
| 2. <u>Cobertura basal</u> | 40 |
| a. A los 30 días | 40 |
| b. A los 60 días | 42 |
| 3. <u>Cobertura aérea</u> | 42 |
| a. A los 30 días | 42 |
| b. A los 60 días | 45 |
| 4. <u>Tiempo de ocurrencia a la prefloración</u> | 45 |
| 5. <u>Número de tallos por planta, n/tallos/planta</u> | 50 |
| 6. <u>Número de hojas por tallo, n</u> | 50 |
| 7. <u>Producción de forraje verde, Tn/ha/corte</u> | 51 |
| 8. <u>Producción de materia seca , Tn/ha/corte</u> | 54 |
| B.COMPORTAMIENTO AGROBOTANICO DEL PASTO MARALFALFA (<i>Pennisetum sp</i>) EN LA ETAPA DE PREFLORACIÓN POR EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE | 58 |

DIFERENTES NIVELES DE CASTING EN EL SEGUNDO CORTE

| | |
|--|----|
| 1. <u>Altura de la planta</u> | 58 |
| a. A los 30 días | 58 |
| b. A los 60 días | 58 |
| 2. <u>Cobertura basal</u> | 60 |
| a. A los 30 días | 60 |
| b. A los 60 días | 62 |
| 3. <u>Cobertura aérea</u> | 62 |
| a. A los 30 días | 62 |
| b. A los 60 días | 62 |
| 4. <u>Tiempo a la prefloración (días)</u> | 63 |
| 5. <u>Número de tallos por planta</u> | 65 |
| 6. <u>Número de hojas por tallo</u> | 65 |
| 7. <u>Producción de forraje verde, (Tn/ha/corte)</u> | 65 |
| 8. <u>Producción de materia seca, (Tn/ha/corte)</u> | 69 |
| C. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE DE LA MARALFALFA (<i>Pennisetum sp</i>) POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN UTILIZANDO CASTING. | 72 |
| V. <u>CONCLUSIONES</u> | 74 |
| VI. <u>RECOMENDACIONES</u> | 75 |
| VII. <u>LITERATURA CITADA</u> | 76 |
| ANEXOS | |

RESUMEN

La evaluación del comportamiento productivo forrajero del *Pennisetum sp.* (Maralfalfa) aplicando diferentes niveles de casting, se desarrolló en la estación Experimental Tunshi, ubicado en la Provincia de Chimborazo y en el Laboratorio CESTA de la Facultad de Ciencias, la misma que duró un período de 120 días, en la presente investigación se utilizó 3 niveles de casting (6, 7 y 8 tn/ha) con tres repeticiones el mismo que se analizó bajo un diseño de bloques completamente al azar para analizar el comportamiento agro botánico de del Maralfalfa. Al observar los resultados experimentales se puede manifestar que la utilización de 7 Tn/ha de Casting permitió registrar 105 cm de altura, 64.33 % de cobertura basal, 100 % de cobertura aérea, una prefloración a los 56.33 días, 139.70 tallos por planta, 14.10 hojas por tallo y una producción de 20.60 Tn/ha/ corte de materia seca valores superiores a los registrados con el resto de tratamientos; esta secuencia se mantuvo en el segundo corte, por lo que se concluye que los mejores resultados se obtuvieron al utilizar 7 Tn/ha de casting, siendo el nivel más adecuado en esta zona para la producción de Maralfalfa.

ABSTRACT

The productive performance evaluation of fodder *Pennisetum sp.* (Maralfalfa) applying different levels of casting, developed in Tunshi Experimental Station, located in the province of Chimborazo and CART Laboratory of the Faculty of Sciences, which it endured a period of 120 days in this investigation casting use 3 levels (6, 7 and 8 tons / ha) with three replicates the same design was analyzed under a completely randomized block to analyze the behavior of Maralfalfa Botanical agro. By observing the experimental results may show that the use of 7 tons / ha of Casting allowed to register 105 cm high, 64.33% of basal cover, 100% of air cover, a pre-flowering to 56.33 days, 139.70 stems per plant, 14.10 leaves per stem and a production of 20.60 tons / ha dry matter yield higher values than those reported with other treatments, this sequence was maintained in the second cut, so it is concluded that the best results were obtained when using 7 Tn / ha of casting, with the most appropriate level in this area Maralfalfa production.

LISTA DE CUADROS

| Nº. | | Pág. |
|-----|--|------|
| 1. | COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CASTING. | 17 |
| 2. | EFEECTO DEL NIVEL DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA PROMEDIO DEL PASTO MARALFALFA (<i>Pennisetum sp.</i>) ENTRE EL DÍA 40 Y 110 DE CORTE. | 17 |
| 3. | DOSIS DE CASTING POR SUPERFICIE DE CULTIVO. | 22 |
| 4. | ANÁLISIS DE CONTENIDO BROMATOLOGICO DEL MARALFALFA (<i>Pennisetum sp.</i>). | 26 |
| 5. | CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESTACIÓN. EXPERIMENTAL TUNSHI DE LA ESPOCH. | 27 |
| 6. | CARACTERÍSTICAS DEL SUELO. | 28 |
| 7. | ESQUEMA DEL EXPERIMENTO. | 30 |
| 8. | ESQUEMA DEL ADEVA. | 31 |
| 9. | COMPORTAMIENTO AGROBOTANICO DEL PASTO MARALFALFA (<i>Pennisetum sp</i>) EN LA PREFLORACIÓN POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CASTING EN EL PRIMER CORTE. | 35 |
| 10. | COMPORTAMIENTO AGROBOTANICO DEL PASTO MARALFALFA (<i>Pennisetum sp</i>) EN LA PREFLORACIÓN POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CASTING EN EL SEGUNDO CORTE. | 59 |
| 11. | EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE DE LA MARALFALFA (<i>Pennisetum sp</i>) POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN UTILIZANDO CASTING. | 73 |

LISTA DE GRÁFICOS

| Nº. | Pág. |
|--|------|
| 1. Altura (cm) a los 30 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting. | 36 |
| 2. Altura (cm) a los 60 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting. | 38 |
| 3. Análisis de regresión y la correlación de la altura de la maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) a los 60 días sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting. | 39 |
| 4. Cobertura basal, (%) a los 30 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting. | 41 |
| 5. Cobertura basal, (%) a los 60 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting. | 43 |
| 6. Cobertura aérea, (%) a los 30 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting. | 44 |
| 7. Cobertura aérea, (%) a los 60 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting. | 46 |
| 8. Días a la prefloración en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting. | 47 |
| 9. Análisis de regresión y la correlación del tiempo de ocurrencia a la prefloración de la maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting. | 49 |
| 10. Producción de forraje verde (Tn/ha/corte) en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>), por efecto de la utilización de fertilización | 52 |

con diferentes niveles de casting.

11. Análisis de regresión y correlación de la producción de forraje verde (Tn/ha/corte) a la prefloración de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting. 53
12. Producción de de forraje en base seca (Tn/ha/corte) en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting. 55
13. Análisis de regresión y correlación de la producción de forraje en base seca (Tn/ha/corte) a la prefloración de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting. 57
14. Análisis de regresión y correlación de la altura (cm) a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting. 61
15. Días a la prefloración en el segundo corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting. 64
16. Producción de forraje verde (Tn/ha/corte) en el segundo corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting. 67
17. Análisis de regresión y correlación de la producción de forraje verde (Tn/ha/corte) en prefloración de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting. 68
18. Producción de materia seca (Tn/ha/corte) en el segundo corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting. 70
19. Análisis de regresión y correlación de la producción de materia seca (Tn/ha/corte) en prefloración de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting. 71

LISTA DE ANEXOS

Nº.

1. Análisis estadístico de la altura (cm), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.
2. Análisis estadístico de la cobertura basal (%), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.
3. Análisis estadístico de la cobertura aérea (%), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.
4. Análisis estadístico de la altura (cm), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.
5. Análisis estadístico de la cobertura basal (%), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.
6. Análisis estadístico de la cobertura aérea (%), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.
7. Análisis estadístico del tiempo de ocurrencia a la prefloración (días), en la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.
8. Análisis estadístico del número de hojas por tallo (n/hojas/tallo), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.
9. Análisis estadístico del número de tallos (n/tallos/planta), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

10. Análisis estadístico de la producción de forraje verde (Tn/ha/corte), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.
11. Análisis estadístico de la producción de materia seca (Tn/ha/corte), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.
12. Análisis estadístico de la altura (cm), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.
13. Análisis estadístico de la cobertura basal (%), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.
14. Análisis estadístico de la cobertura aérea (%), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.
15. Análisis estadístico de la altura (cm), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.
16. Análisis estadístico de la cobertura basal (%), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.
17. Análisis estadístico de la cobertura aérea (%), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6,7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.
18. Análisis estadístico del tiempo de ocurrencia a la prefloración, (días) de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.
19. Análisis estadístico del número de hojas por tallo (n/hojas/tallo), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

20. Análisis estadístico del número de tallos (n/tallos/planta), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.
21. Análisis estadístico de la producción de forraje verde (Tn/ha/corte), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.
22. Análisis estadístico de la producción de materia seca (Tn/ha/corte), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.
23. Análisis de regresión de la altura a los 60 días en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el primer corte.
25. Análisis de regresión de la producción de forraje verde a la prefloración en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el primer corte.
26. Análisis de regresión de la producción de forraje verde en base seca en prefloración en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el primer corte.
27. Análisis de regresión de la altura a los 60 días en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el segundo corte.
28. Análisis de regresión de la producción de forraje verde a la prefloración en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el segundo corte.
26. Análisis de regresión de la producción de forraje verde en base seca en prefloración en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el segundo corte.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la producción intensiva de la ganadería se basa en una alimentación con alto contenido proteico existiendo en la sierra ecuatoriana grandes extensiones de tierra potenciales que bien podrían servir para realizar establecimiento, selección, mejoramiento y producción de forrajes que es la principal fuente de alimentación para la ganadería.

Para producir más cantidad de forraje la mayoría de ganaderos explotan intensamente la tierra aplicando grandes cantidades de abonos químicos y además ocupan los tradicionales pastos, produciendo acidificación y erosionado el suelo por el uso constante de arados y maquinarias agrícolas, siendo una nueva alternativa en la alimentación de los bovinos tanto en la producción de leche como de carne es el empleo de la maralfalfa *Pennisetum sp* es un pasto altamente palatable y dulce, más que la caña forrajera, sustituyendo a la melaza, además posee también un alto nivel de proteína alcanzando hasta el 17.2% de la misma.

La utilización de abonos orgánicos en el momento de la siembra es uno de los aspectos más importantes para tener éxito en el establecimiento de un pastizal, ya que los requerimientos de fertilización varían de acuerdo al tipo de suelo, a las especies forrajeras y al análisis químico del suelo al momento de la siembra y con la dotación de buenas prácticas de manejo de los pastos y del ganado la industria ganadera puede convertirse en una práctica de excelentes réditos económicos.

La aplicación de fertilización orgánica como el casting siendo este un producto originario de la lombricultura que regenera y abona las tierras en forma natural y económica y provee a la ganadería de proteína de alta calidad y bajo costo, ofreciendo una buena alternativa para el tratamiento de residuos orgánicos y sobre todo evita la contaminación.

Al considerarse a los pastos como la fuente principal de alimentación en la producción animal, también es el hecho de producirlos en forma orgánica de este modo se puede producir en forma sustentable aprovechando al máximo los

recursos disponibles, preservando el medio ambiente y de esta manera conservando la salud de los animales y del hombre.

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Estudiar el comportamiento productivo forrajero de la maralfalfa *Pennisetum sp* al aplicar diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha).
- Determinar cuál es el mejor nivel al aplicar diferentes niveles de casting en la producción forrajera.
- Conocer la rentabilidad a través del indicador beneficio/costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. EL SUELO

1. Características

En <http://www.astromia.com>. (2001), indica que el suelo constituye junto con el agua, aire y la luz solar, es el fundamento de la vida en los sistemas ecológicos terrestres. El suelo proporciona hábitat biológico para numerosos organismos y microorganismos, además de ser una reserva genética es el punto de partida y destino final de la mayor parte de las actividades desarrolladas por los seres vivos. Un descenso en la calidad del suelo contribuye generalmente a un descenso en la biodiversidad, con las consecuencias muchas veces irreversibles de pérdidas de especies y ecosistemas que esto implica.

Los suelos para <http://club.telepolis.com>. (2004), indica que se dividen según sus características generales, tales como la morfología y la composición del suelo, con énfasis en las propiedades que se pueden ver, sentir o medir por ejemplo, la profundidad, el color, textura, estructura y la composición química.

De acuerdo para <http://www.profesorenlinea.com>. (2005), el suelo procede de la interacción entre la atmósfera y biosfera. El suelo se forma a partir de la descomposición de la roca madre, por factores climáticos y la acción de los seres vivos. Esto implica que el suelo tiene una parte mineral y otra biológica, lo que le permite ser el sustento de multitud de especies vegetales y animales.

Mientras para <http://www.monografias.com>. (2006), señala que existen tres tipos de suelo: arenosos, limosos y arcillosos, y los intermedios se llaman francos, los mismos que se caracterizan por poseer gran cantidad de materia orgánica. En el caso del suelo arcilloso es un suelo cuya textura es muy fina que impide el rápido paso del agua a las raíces de la planta. El suelo limoso es un suelo medio entre el arcilloso y el arenoso, adecuado para emplear cultivos, previo la aplicación de fertilizantes orgánicos preferentemente. El suelo arenoso es demasiado grueso,

permite una fácil evaporación del recurso hídrico, o la lixiviación de minerales aplicadas en el suelo.

2. Importancia de la fertilización del suelo

En <http://www.fortunecity.es>. (2002), informa que la importancia fundamental de la fertilización de las tierras obedece a que los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana del suelo sin la cual no se puede dar la nutrición de las plantas. Para aprovechar la aplicación de los minerales contenidos en los fertilizantes químicos, las plantas requieren que se los den "listos" para asimilarlos y esto solo es posible con la intervención de los millones de microorganismos contenidos en los abonos orgánicos que transforman los minerales en elementos "comestibles" para las plantas. Dicho de manera concreta, sin abonos orgánicos no hay proceso alimenticio aunque se apliquen fertilizantes, y lo que es peor aún, si no son aprovechados los minerales adicionados de los fertilizantes éstos se convierten en sales insolubles y lejos de ayudar al desarrollo de las plantas las deprime y mata. Por otro lado, <http://www.astromia.com>. (2001), informa que no sólo de N, P y K vive la planta. Para que ella crezca saludable, es también indispensable la materia orgánica, importante para la aireación, el drenaje y la vida del suelo.

En <http://www.sagangea.org>. (2002), manifiesta que si no fuesen por los macro y microorganismos del suelo, los residuos orgánicos jamás podrían ser aprovechados por las plantas. Los macroorganismos son por todos conocidos: las lombrices, hormigas y muchos otros. Los microorganismos son menos conocidos, por ser muy pequeños, la mayor parte invisible al ojo humano. Son las amebas, las bacterias, los hongos, etc. juntos, trituran la materia orgánica hasta que se transforma en gas carbónico y agua.

Para <http://club.telepolis.com>. (2004), explica que los abonos orgánicos actúan aumentando las condiciones nutritivas de la tierra, mejoran su condición física, aportan materia orgánica y por supuesto fertilizan. Actúan más lentamente que los fertilizantes pero su efecto es más duradero y pueden aplicarse frecuentemente pues no tienen secuelas perjudiciales. Además calientan la tierra; en suelos donde no hay presencia orgánica suficiente, estas son frías y las plantas crecen

poco y mal; por el contrario, en suelos porosas por la aplicación constante de abonos orgánicos, se tornan calientes y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas y pastos.

3. Componentes principales del suelo

En <http://www.astromia.com>. (2001), indica que los componentes primordiales que debe tener un suelo son los compuestos inorgánicos no disueltos producidos por la meteorización y la descomposición de las rocas superficiales, los nutrientes solubles utilizados por las plantas, distintos tipos de materia orgánica tanto viva como muerta, gases y agua requeridos por las plantas y por los organismos subterráneos.

La fracción orgánica representa entre el 2 y el 5 % del suelo superficial en las regiones húmedas, pero puede ser menos del 0.5 % en suelos áridos o más del 95 % en suelos de turba, (<http://www.astromia.com>. 2001).

Los procesos biológicos más importantes que se desarrollan en el suelo según <http://www.fortunecity.es>.(2002), menciona que son humificación (descomposición de la materia orgánica por hongos, bacterias, actinomicetos, lombrices y termitas), transformaciones del nitrógeno (amonificación, nitrificación, fijación) y mezcla-desplazamiento (lombrices y termitas principalmente).

En, <http://ajonjoli.sian.info.ve>. (2003), expone que los países fríos son ricos en humus, porque las condiciones del ambiente (baja temperatura), impiden la proliferación exagerada de la bacteria que descompone ese humus. Más en los países tropicales eso no ocurre, los microorganismos descomponen rápidamente la materia orgánica. Los agricultores de los países tropicales deben saber como tratar e incorporar al suelo la materia orgánica lo que exige cierto conocimiento del proceso de descomposición que ocurren en 2 formas: aerobia y anaerobia.

En <http://club.telepolis.com>. (2004), expresa que la materia orgánica procede fundamentalmente de la vegetación que coloniza la roca madre. La descomposición de la materia orgánica aporta al suelo diferentes minerales y

gases: amoníaco, nitratos, fosfatos. Estos son elementos esenciales para el metabolismo de los seres vivos que conforman la reserva trófica del suelo para las plantas, además de garantizar su estabilidad.

De acuerdo a <http://www.monografias.com>. (2006), en el suelo se encuentran bacterias, hongos, protozoarios, ácaros, coleópteros, hormigas, nematodos, miriápodos, colémbolos, rotíferos, larvas, lombrices y otros microorganismos que participan en fenómenos de increíble complejidad, dentro de redes tróficas, para la transformación de la materia orgánica e inorgánica. La actividad de los microorganismos es muy importante para la transformación y la vida de los suelos. Las bacterias y los hongos participan en los ciclos del carbono, nitrógeno, azufre, fósforo y en la incorporación del potasio, magnesio, entre otros, para su asimilación por los vegetales.

B. FERTILIZACIÓN FOLIAR

Según <http://www.semillasdemaiz.com>. (2007), la fertilización foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o bien para corregir deficiencias específicas en el mismo período de crecimiento del cultivo. Esta técnica, ha tomado mayor relevancia por las altas exigencias tecnológicas de los cultivos lo que requiere un óptimo manejo y control de la variable nutricional, la eficiencia de la fertilización foliar es superior a la fertilización del suelo y permite la aplicación de cualquiera de los nutrientes que las plantas necesitan para lograr un óptimo rendimiento.

Fisiológicamente todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar con mayor o menor velocidad. La fertilización foliar demostró ser un excelente método para abastecer los requerimientos de macro nutrientes (Ca, Mg, y S), y los micro nutrientes (Zn, Fe, Cu, Mn, B, y Mo), mientras que suplementa los requerimientos de N, P, K requeridos en los períodos de estado de crecimiento críticos del cultivo. Una planta bien nutrida retrasa los períodos de senescencia natural. La nutrición foliar se dirige a los estados de crecimiento cuando disminuye la velocidad de

fotosíntesis y ocurre una baja absorción de nutrientes vía raíces, en función de ayudar a la traslocación de nutrientes hacia la semilla, fruto, o destino específico.

1. Mecanismo de absorción y transporte en la fertilización foliar.

Según <http://es.wikipedia.org>. (2008), la absorción foliar se realiza en tres pasos, después de disponer de los nutrientes en las hojas:

- Penetran la cutícula y las paredes epidérmicas por difusión.
- Son absorbidas por el plasmalema y entran al citoplasma.
- Pasan a través de la membrana plasmática y entran en el citoplasma.

a. Cutícula

<http://es.wikipedia.org>. (2008), señala que la cutícula de las plantas terrestres es una capa cerosa externa a la planta que la protege de la desecación a la que es expuesta en la atmósfera terrestre, además de proveer una barrera para la entrada de bacterias y hongos. La cutícula es una estructura formada por varias capas de lípidos cuyo componente principal es la cutina, asociada con ceras. La cutícula es formada y secretada por las células de la epidermis de la planta. Se puede subdividir en:

- Una capa externa de ceras.
- Una gruesa capa media de cutina embebida en ceras (la cutícula propiamente dicha).
- Una capa interna formada por cutina y ceras unidas a las sustancias de la pared celular: pectina, celulosa y otros carbohidratos.

b. Membrana citoplasmática

[http:// es . wikipedia . org](http://es.wikipedia.org) . (2008), determina que la membrana plasmática o citoplasmática es una estructura laminar que engloba a las células, define sus límites y contribuye a mantener el equilibrio entre el interior y el exterior de éstas.

Además se asemeja a las membranas que delimitan los orgánulos de células eucariotas. Está compuesta por una bicapa lipídica que sirve de "contenedor" para los compartimentos internos de la célula, así como también otorga protección mecánica. Está formada principalmente por lípidos y proteínas. La mayor característica de esta barrera es que presenta una permeabilidad selectiva, lo cual le permite "seleccionar" las moléculas que entran y salen de la célula.

c. Citoplasma

<http://es.wikipedia.org>. (2008), menciona que el citoplasma es la parte del protoplasma que en una célula eucariota, se encuentra entre el núcleo celular y la membrana plasmática. Consiste en una emulsión coloidal muy fina de aspecto granuloso, el citosol o hialoplasma, y en una diversidad de orgánulos celulares que desempeñan diferentes funciones. Su función es albergar los orgánulos celulares y contribuir al movimiento de los mismos. El citosol es la sede de muchos de los procesos metabólicos que se dan en las células.

El citoplasma se divide en ocasiones en una región externa gelatinosa, cercana a la membrana, e implicada en el movimiento celular, que se denomina ectoplasma; y una parte interna más fluida que recibe el nombre de endoplasma y donde se encuentran la mayoría de los orgánulos. El citoplasma se encuentra en las procariontas así como en las eucariotas y en él se encuentran varios nutrientes que lograron atravesar la membrana plasmática, llegando de esta forma a los orgánulos de la célula.

2. Ventajas de la fertilización foliar

<http://www.ffe-sa.com>. (2008), indica las siguientes ventajas.

- a. Uno de los principales beneficios de la práctica es poder aplicar los nutrientes directamente sobre el cultivo, al no depositarse en el suelo, se elimina la posibilidad de que dentro del mismo existan interacciones físico-químicas que dificulten la utilización por parte del vegetal.

- b. Permite aplicar cantidades muy pequeñas de nutrientes en forma uniforme; esto es especialmente importante para aquellos nutrientes requeridos en bajas proporciones por el vegetal, y que si se aplicasen al suelo de manera convencional nos podrían generar problemas de toxicidad por exceso.
- c. Permite aportar nutrientes en momentos claves, incorporándose directamente al cultivo sin depender de los mecanismos de absorción radicular y quedando inmediatamente disponibles para su utilización.
- d. La eficiencia de aprovechamiento por parte del cultivo es muy alta.

C. ABONO ORGÁNICO

1. Definición

Según Ochoa, J. (2009), manifiesta que el abono orgánico es un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal o animal, que tienen la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo.

<http://es.wikipedia.org>. (2009), señala que un abono orgánico es un fertilizante que no está fabricado por medios industriales, como los abonos nitrogenados (hecho a partir de combustibles fósiles y aire) o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio. En cambio los orgánicos provienen de animales, humanos, restos de comida vegetales, u otra fuente orgánica y natural. Actualmente los fertilizantes inorgánicos suelen ser más caros, con dosis más precisas y más concentradas. Sin embargo, salvo en cultivo hidropónico, los abonos orgánicos siempre es necesario añadirlos para reponer la materia orgánica del suelo.

En <http://articulos.infojardin.com>. (2009), se reporta que los abonos orgánicos, como los estiércoles, compost, basuras fermentadas, turba, guano, humus de lombriz, etc., que tienen una acción lenta, pues proporcionan los diferentes elementos a las plantas a medida que las bacterias los descomponen. Como mejor actúan los microorganismos es en suelos calientes, pH neutro o alcalino, con humedad y muy aireado, ahí la descomposición es más veloz.

Por su parte, Trinidad, A. (2008), manifiesta que los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; el suelo, con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico que mejora sus características físicas, químicas y biológicas. El uso de los abonos orgánicos para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrimentos en el suelo y obtener mayores rendimientos en el cultivo de las cosechas, se conoce desde la antigüedad.

Los abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y en su composición química principalmente en el contenido de nutrimentos; la aplicación constante de ellos, con el tiempo, mejora las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo. Por los efectos favorables que los abonos orgánicos proporcionan al suelo, se podría decir que estos deben ser imprescindibles en el uso y manejo de este recurso para mejorar y mantener su componente orgánico, sus características de una entidad viviente, su fertilidad física, química y biológica y finalmente su productividad.

2. Importancia de los abonos orgánicos

Cervantes, M. (2009), reporta que la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos.

No se puede olvidar la importancia que tiene en mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental, aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales se complementan posteriormente con la utilización de los abonos minerales o inorgánicos.

3. Propiedades de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos tienen propiedades, que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre las siguientes propiedades:

a. Propiedades físicas

De acuerdo a Cervantes, M. (2009), manifiesta que los abonos orgánicos actúan en el suelo sobre las propiedades físicas de las siguientes maneras:

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
- Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo el agua en el suelo durante el verano.

Trinidad, A. (2008), reporta que los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo; estas características son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados. Un aumento en la porosidad aumenta capacidad del suelo para retener el agua incrementando simultáneamente la velocidad de infiltración de esa misma agua en el suelo. Tal efecto es de la mayor importancia en los terrenos con desnivel donde el agua por escurrir superficialmente, no es eficientemente aprovechada.

Una mayor porosidad está relacionada inversamente con la densidad aparente del suelo y con aspectos de compactación del mismo. Es evidente que la aplicación

de estiércoles, con el tiempo tendrá efecto positivo en las propiedades físicas de los suelos; sin embargo, habrá que estar pendiente de algún incremento en la conductividad eléctrica, relacionando con el grado de salinidad de los suelos.

b. Propiedades químicas

Cervantes, M. (2009), manifiesta que los abonos orgánicos cambian las propiedades químicas del suelo, aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste. Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

Cruz, M. (2008), igualmente indica que la composición química de los abonos orgánicos variará de acuerdo al origen de estos. Las plantas, residuos de cosecha, estiércoles, etc. difieren grandemente en cuanto a los elementos que contienen. Las características químicas del suelo que cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos son obviamente el contenido de materia orgánica; derivado de esto aumenta el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes, el pH y la concentración de sales. La nueva situación es en general favorable; la concentración de sales como ya se mencionó, podría ser perjudicial para el desarrollo de plantas sensibles a ciertos niveles de algunos compuestos en particular. Con el uso de abonos orgánicos se ha observado que el pH en suelos ligeramente ácidos o neutros tiende a aumentar.

c. Propiedades biológicas

Según Cervantes, M. (2009), menciona que: los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. Y que constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

Trinidad, A. (2008), indica que los estiércoles contienen grandes cantidades de compuestos de fácil descomposición, cuya adición casi siempre resulta en un incremento de la actividad biológica. Los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también en efectos directos en el crecimiento de las

plantas. En la mayoría de los casos, el resultado del incremento de la actividad biológica, repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo por efecto de la agregación que los productos de la descomposición caen sobre las partículas del suelo; las condiciones de fertilidad aumentan lo cual hace que el suelo tenga la capacidad de sostener un cultivo rentable. Asimismo, se logra tener un medio biológicamente activo, en donde existe una correlación positiva entre el número de microorganismos y el contenido de materia orgánica del suelo. En relación con la disponibilidad de nutrientes, la actividad biológica del suelo juega un papel importante en la oxidación y reducción de los elementos esenciales, convirtiendo las formas no aprovechables a formas aprovechables por las plantas.

d. Inhibición de patógenos del suelo

Cruz, M. (2008), reporta que los abonos orgánicos pueden prevenir y controlar la presencia y severidad de las enfermedades del suelo; su acción se basa en los siguientes puntos:

- Incremento de la capacidad biológica del suelo para amortiguar los patógenos.
- Reducción del número de patógenos por la competencia que se establece con los microorganismos no patógenos del suelo.
- Aumento en el contenido de Nitrógeno amoniacal en el proceso de mineralización del abono orgánico.
- Incremento de la capacidad de los hospedantes para provocar rechazo hacia los patógenos.

Trinidad, A. (2008), señala que los mecanismos por los abonos orgánicos inhiben a los patógenos del suelo y enfermedades radiculares que involucran:

- La germinación y propagación de los fitopatógenos.
- La competencia por nutrientes.
- La producción de compuestos tóxicos volátiles y no volátiles.
- La modificación del ambiente del suelo.
- La interferencia con la diseminación del inóculo.

- Estimulo de agentes de control biológico (antagonistas, parásitos y depredadores).

Indicando también que al aplicar materiales orgánicos (estiércoles, abonos verdes, compost, etc.) al suelo, se promueve el crecimiento de raíces y la absorción de nutrimentos con repercusión en el rendimiento. La diversidad de la microflora en o alrededor de las raíces en estos cultivos aumenta y se correlaciona negativamente con la incidencia de enfermedades radiculares de las plantas, por efecto de un aumento de microbiostasis en la rizosfera.

4. Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos

Cruz, M. (2008), sostiene que la mayoría de los cultivos muestra una clara respuesta a la aplicación de los abonos orgánicos, de manera más evidente bajo condiciones de temporal y en suelos sometidos al cultivo de manera tradicional y prolongada.

No en vano, los abonos orgánicos están considerados universales por el hecho que aportan casi todos los nutrimentos que las plantas necesitan para su desarrollo. Es cierto que, en comparación con los fertilizantes químicos contienen bajas cantidades de nutrimentos; sin embargo, la disponibilidad de dichos elementos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que están sometidos.

Trinidad, A. (2008), indica que en los ensayos tradicionales de la aplicación de abonos orgánicos, siempre se han reportado respuestas superiores con estos, que con la aplicación de fertilizantes químicos que aporten cantidades equivalentes de nitrógeno y fósforo; este es el efecto conjunto de factores favorables que proporcionan los abonos orgánicos al suelo de manera directa e indirecta a los cultivos.

Los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos; esto es, ha apoyado al desarrollo de la agricultura orgánica que se considera como un sistema de producción agrícola

orientado a la producción de alimentos de alto calidad nutritiva sin el uso de insumos de síntesis comercial. Los productos obtenidos bajo este sistema de agricultura consideran un sobreprecio por su mejor calidad nutritiva e inexistencia de contaminantes nocivos para la salud.

D. ASPECTOS GENERALES DEL CASTING

<http://www.spikerwormandcasting>. (2008), indica que el casting es un producto orgánico que contiene ricas proporciones de nutrientes solubles en agua. Esta es una razón principal de ser capaz de proporcionar resultados increíbles en la producción. El casting permite que las plantas de manera rápida y fácil absorban todos los nutrientes esenciales y elementos en forma sencilla, de modo que necesitan sólo un mínimo esfuerzo para obtenerlos, esto no sucede en el caso de la mayoría de los otros fertilizantes, a pesar de que puede tener muchos nutrientes.

<http://www.spikerwormandcasting>. (2008), señala que el casting gracias a su acción microbiana hace que sea asimilable para las plantas, materiales inertes como, fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos, por lo que contiene un balance mineral apropiado en sus partículas, de esta forma mejora la disponibilidad de alimento para las plantas y actúa como un complejo fertilizador natural. Ya que los niveles de macro nutrientes y micro elementos de los suelos favorecen su disponibilidad y asimilación por las plantas, beneficiando a que las plantas sean resistentes a las plagas y enfermedades, inhibiendo el desarrollo de bacterias y hongos fitopatógenos. Es un excelente sustrato para la germinación de las semillas por lo que contiene ácidos húmicos, enzimas de crecimiento, hormonas, vitaminas, y antibióticos.

<http://www.fubiomi.org.do/articulos.php>. (2008), indica que los residuos orgánicos pueden ser procesados y fragmentados más rápidamente por los gusanos de tierra, que los transforman en un material estable, no tóxico, con buena estructura que tiene un potencial alto como acondicionador económico de suelo y abono de valor para el crecimiento de plantas. El casting es un fino material, muy similar al humus pero con algunas diferencias ya que este es producto de la reutilización

del humus con una estructura óptima, porosidad, ventilación, drenaje y capacidad de retención de humedad. Sistemas de baja, media y alta tecnología son disponibles y fácilmente adaptables a diferentes tipos de residuos.

1. Proceso de transformación en sustrato (casting)

<http://bioabitat.terra.org>. (2009), reporta que las lombrices toman trozos de material y luego del pasaje por el tracto digestivo, el alimento no puede ser ya reconocido. El bolo fecal es llamado "casting", lugar éste muy propicio para el desarrollo de bacterias benéficas, porque las lombrices circundan el casting, con material pegajoso de carbohidratos muy húmedos, polisacáridos y algo de proteínas, siendo un medio excelente para el desarrollo de bacterias útiles.

<http://bioabitat.terra.org>. (2009), menciona que una cuestión no dilucidada es si las bacterias patógenas pueden progresar en el casting, si todos los microorganismos benéficos están ausentes. Ciertamente, las bacterias coliformes humanas, pueden desarrollarse en este material, si sólo los coliformes están presentes, pero si en el casting están los microorganismos de rutina, aquellas no progresan, porque las enzimas de las bacterias coliformes no son tan competitivas como las de las bacterias normales del suelo o del compost maduro y por lo tanto los coliformes mueren por falta de alimento o escasez de espacio.

2. Composición química

El cuadro 1, indica la composición química del casting, el contenido de humedad de los forrajes puede constituirse en una limitante para el consumo de materia seca, el alto contenido de humedad en los pastos de clima frío altamente fertilizados podría ser un limitante mucho mayor que el contenido de proteína, tanto para la materia seca como para la producción de leche; en el cuadro 2, indica los efectos del nivel de fertilización orgánica sobre la composición química promedio del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) entre el día 40 y 110 de corte.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CASTING.

| INDICADORES | VALORES | INDICADORES | VALORES |
|---------------------------------|-----------------|--------------------------------------|------------|
| pH | 6.5 - 7.2 | % CãO | 1.0 |
| % M.O | 30 – 50 | % MgO | 0.5 - 1.5 |
| % Ácidos Húmicos | 2.5 - 6.5 | % SO4 | 0.3 - 0.8 |
| % Ácidos Fúlvicos | 1.0 - 2.5 | Cloro (Cl) Total | 0.05 - 0.1 |
| % N2 | 1.0 - 2.0 | Sodio (Na) Total | 0.1 - 0.2 |
| % P ₂ O ₅ | 0.5 - 1.5 | p.p.m Fe ₂ O ₃ | 400 – 1200 |
| % K ₂ O | 0.3 - 1.1 | p.p.m MnO | 150 - 300 |
| Relación C/N | 8 - 10/1 | p.p.m CuO | 40 - 120 |
| % Humedad | 20 – 30 | p.p.m ZnO | 150 - 300 |
| Bacterias Benéficas | 107 - 108 u.f.c | p.p.m Bo | 10 - 50 |

Fuente: <http://www.fubiomi.org.do/articulos.php>. (2008).

Cuadro 2. EFECTO DEL NIVEL DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA PROMEDIO DEL PASTO MARALFALFA (*Pennisetum sp.*) ENTRE EL DÍA 40 Y 110 DE CORTE.

| Parcelas | MS | PC | EE | Cen | FDN | FDA | Lig. | CNF |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fertilizada | 11.79 | 18.41 | 2.90 | 12.95 | 56 | 37.96 | 7.27 | 23.95 |
| Sin Fertilización | 12.11 | 22.05 | 3.40 | 9.75 | 53.9 | 35.8 | 6.84 | 19.8 |
| Promedio | 11.95 | 20.23 | 3.15 | 11.35 | 54.57 | 36.81 | 7.03 | 21.77 |
| P (desviación) | 0.63 | 0.12 | 0.13 | 0.06 | 0.3 | 0.39 | 0.83 | 0.18 |
| % CV. | 12.6 | 24.9 | 22.64 | 27.67 | 10.25 | 14.67 | 42.26 | 29.55 |

Fuente: Correa, H. (2007).

MS = Materia Seca, FDN = Fibra detergente Neutro, PC = Proteína Cruda, FDA = Fibra detergente Ácida, EE = Extracto Etéreo, Lig. = Lignina. Cen = Cenizas, CNF = Digestibilidad verdadera de los Carbohidratos.

3. Ventajas del proceso de elaboración del abono orgánico casting

De acuerdo a <http://www.fubiomi.org>. (2008), determina que son varios los beneficios que aporta el casting a los suelos. A continuación mencionamos los más importantes:

- Aumenta la capacidad de retención del agua en el suelo, lo cual ahorra el agua de riego disminuyendo su consumo.
- Su estabilidad estructural, facilita que los suelos mejoren la estructura ante la aplicación del casting.
- La porosidad del suelo favorece a la permeabilidad del agua y la aireación.
- La capacidad de retención de agua del suelo, por lo que disminuye el consumo de agua de riego.
- Los niveles de materia orgánica se ven incrementado por su capacidad de intercambio catiónico y suministrando a las plantas sustancias fitohormonales (auxinas, giberelinas, citoquininas, etc.).
- Las actividades de diferentes enzimas del suelo que favorece a la disponibilidad de los nutrientes para las plantas.
- Mejora el pH en suelos ácidos, evitando la absorción de elementos contaminantes por las plantas.
- Potencia la capacidad de intercambio iónico, lo cual eleva la fertilidad de los suelos y su disponibilidad de nutrientes asimilables por las plantas.
- El casting tiene capacidad para inactivar o suprimir microorganismos patógenos mediante producción de antibióticos a través de sus microorganismos; competición ínter específica entre patógenos y microorganismos benéficos; aumento de la predación y el parasitismo de los microorganismos; producción de enzimas que destruyen las paredes celulares de los fitopatógenos; cambios en las condiciones ambientales del suelo que inhiben patógenos; inducción de la resistencia de las plantas a los fitopatógenos.
- Tiende a fijar los niveles de elementos pesados en el suelo evitando su traslocación a los animales y plantas o bien su lixiviación hacia capas más inferiores.

- El casting de lombriz es un fertilizante orgánico que tiene todos los efectos de un abono natural que viene directamente de la naturaleza sin alteraciones en absoluto.
- Esto permite a las plantas puedan alimentarse cuando sea necesario durante semanas, meses y años dependiendo de la planta.
- Se facilita el manejo del volumen de abono, almacenamiento, transporte y la disposición de los materiales para elaborarlo (se puede elaborar en pequeños o grandes volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y con las necesidades de cada productor).
- Se pueden elaborar en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias.
- El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fitoreguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados.
- Los abonos orgánicos activan una serie de rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas y de bioprotección.
- No exige inversiones económicas muy altas en obras de infraestructura rural.
- Los diferentes materiales que se encuentran disponibles en las diversas zonas de trabajo, más la creatividad de los campesinos, hace que se puedan variar las formulaciones o las recetas, haciéndolas más apropiadas a cada actividad agropecuaria o condición rural.

4. Factores importantes para la preparación del casting

a. La temperatura

<http://www.colprocah.com>. (2008), determina que la temperatura es otro de los factores que incluye en la reproducción, producción (casting) y fecundidad de las capsulas, una temperatura entre 20 a 26 °C es considerada óptima, que conlleva al máximo rendimiento de las lombrices.

Cuando la temperatura desciende de 20 hasta 15 °C, las lombrices entran en un periodo de latencia, dejando de reproducirse, crecer y producir casting, además que alarga el ciclo evolutivo, puesto que los huevos no eclosionan y pasan más

tiempo encerrados como embriones, hasta que se presentan las condiciones del medio favorable.

b. El pH (acidez)

Cando, M. (1996), determina que para medir el pH se toma una muestra de sustrato húmedo y se le introduce el papel tornasol en el centro. Se deja reposar unos 30 segundos comprobando que la tira a cambiado de color se compara con una escala de colores donde cada uno corresponde a un grado distinto de pH.

También existen aparatos llamados peachímetros que permiten medir directamente el pH. Basta con introducir una punta en el material y un indicador con una aguja permitirá hacer una lectura con regular exactitud. El pH mide lo alcalino o ácido del sustrato. El pH es un factor que depende de la humedad y temperatura, si estos dos últimos factores son manejados adecuadamente, podríamos controlar el pH siempre y cuando el sustrato contengan pH alcalino. La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8.4, o a su vez pasados esta escala la lombriz entra en una etapa de dormancia, (Cando, M. 1996).

c. El riego

<http://www.simas.org>. (2009), manifiesta que además de garantizar la humedad requerida, garantiza la adecuada temperatura, sobre todo en los meses de intenso calor, por lo que se recomienda en lugar de uno o dos riegos largos en el día, aplicar varios de corta duración. Regar solamente los 10 cm. superiores para evitar que el exceso de agua y produzca el lavado del humus y se pierdan los nutrientes.

Cando, M. (1996), manifiesta que la humedad del medio es optima cuando al apretar un puñado de material totalmente húmedo con la mano no caen gotas de agua. Las lombrices pueden sobrevivir con menos humedad pero disminuyen su actividad de trabajo. Una humedad superior al 85% es perjudicial ya que se compactan los lechos y disminuyen la aireación. Los riegos excesivos arrastran las proteínas perdiendo el alimento parte de su valor nutricional.

d. Humedad

<http://www.simas.org>. (2009), da a conocer que la humedad es un factor de mucha importancia, influye en la reproducción y fecundación de las cápsulas, una humedad superior al 85% es muy dañina para las lombrices, haciendo que estas entren en un periodo de dormancia en donde se afecta la producción de casting.

Las condiciones más favorables para que la lombriz se reproduzca, es con una humedad del 80%, siendo aceptable hasta el 70%, debajo de este porcentaje de humedad es una condición desfavorable, por otro lado los niveles de humedad inferiores al 55% son mortales para las lombrices. La prueba para medir el porcentaje de humedad del sustrato se conoce como prueba de puño, la cual consiste en agregar una cantidad de materia que alcanza en el puño de la mano, posteriormente se aplica fuerza, lo normal de un brazo y si toma la forma del puño, es que la humedad está en un 80% aproximadamente.

e. La aireación

<http://www.colprocah.com>. (2008), señala que la presencia del oxígeno o una buena aireación es muy necesaria para que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación del abono orgánico. Se calcula que como mínimo debe existir de un 5% a un 10% de concentración de oxígeno en los macroporos de la masa. Sin embargo cabe recalcar que cuando los microporos se encuentran en estado anaeróbico ósea (sin oxígeno) debido a un exceso de humedad, ello puede perjudicar la aireación del proceso y en consecuencia, se obtiene un producto de mala calidad, que al incorporar al suelo no actuaría normalmente evitando el desarrollo normal del cultivo.

5. Cantidad de casting recomendada por superficie

En forma general ponen en consideración incorporar al suelo aproximadamente de 1.5 Tn/ha de abono orgánico casting, pero también tenemos a continuación algunas recomendaciones de acuerdo al tipo de cultivo establecido tal como se presenta en cuadro 3.

Cuadro 3. DOSIS DE CASTING POR SUPERFICIE DE CULTIVO.

| VARIEDAD | CANTIDAD |
|--------------------------|--------------------------|
| Praderas | 600 g/m ² |
| Frutales | 1.5 Kg/árbol |
| Hortalizas | 1 Kg/m ² |
| Césped | 0.5 Kg/m ² |
| Ornamentales | 100 g/planta |
| Semilleros | 20% |
| Abonado de fondo | 120-150 L/m ² |
| Transplante | 0.5-1 Kg/árbol |
| Recuperación de terrenos | 2000-2500 L/ha |
| Setos | 100 g/planta |
| Rosales y leñosas | 0.5Kg/m ² |

Fuente: <http://www.colprocah.com>. (2008).

E. MARALFALFA (*Pennisetum sp.*)

<http://www.espe.edu.ec>. (2008), 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 1^a 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. De tal manera 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.

1. Características

<http://www.espe.edu.ec>. (2008), indica que las características de este pasto 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 parecido genéticamente.

2. Producción de forraje

Según <http://www.infoagro.com>. (2005), menciona 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 Kg por metro cuadrado, es decir, 285 toneladas por hectárea, con una altura promedio por caña de 2.50 metros. Los cortes se deben realizar cuando el cultivo alcance aproximadamente un 10 % de espigamiento.

3. Condiciones agroclimáticas

<http://www.infoagro.com>. (2005), indica en alturas comprendidas desde el nivel del mar hasta 3000 m. 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.

4. Rendimiento

<http://www.infoagro.com>. (2005), menciona que se han cosechado entre 28 Kg y 44 Kg por metro cuadrado, dependiendo del manejo del cultivo.

5. Siembra

<http://www.infoagro.com>. (2005), determina que la distancia recomendada para sembrar la semilla vegetativa, es de cincuenta centímetros (50 cm) entre surcos, y dos cañas paralelas a máximo tres centímetros (3 cm) de profundidad.

6. Cantidad de semilla por Ha

<http://www.infoagro.com>. (2005), indica que con 3.000 kilos de tallos por Hectárea.

7. Altura

<http://www.infoagro.com>. (2005), informa a los 90 días alcanza alturas hasta de 4 metros de acuerdo con la fertilización y cantidad de materia orgánica aplicada.

8. Corte

<http://www.infoagro.com>. (2005), indica que 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.

9. Fertilización

<http://www.infoagro.com>. (2005), da a conocer 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: de urea un saco y de cloruro de potasio un bulto.

10. Ventajas del pasto maralfalfa

<http://www.heniheny.googlepages.com>. (2008), considera que las ventajas de la utilización de este pasto son las siguientes:

- Posee un alto nivel de proteínas, 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 Gras, Taiwán Morado, elefante, etc.

11. Uso

<http://www.heniheny.googlepage.com>. (2008), determina que lo consumen bien los bovinos, equinos, caprinos y ovinos. Se ha ensayado con muy buenos resultados el suministro en aves y cerdo, para el ganado de leche se debe dar fresco, para el ganado de ceba y equinos se recomienda siempre suministrarlo marchito, además puede ser ensilado.

12. Como utilizarlo

<http://www.heniheny.googlepages.com>. (2008), señala que en una finca con tres hectáreas de maralfalfa se puede tener 155 vacas de ordeño con 60 kilos de pasto por animal, pues, cada hectárea llega a producir más de 280.000 kilos que dividimos en los 30 días del mes, da 9.333 kilos día.

Si cada vaca produce en promedio 15 litros de leche se le deben dar tres kilos de concentrado por día. En novillos de engorde se han alcanzado hasta los 1.416 g diarios de ganancia en peso, a base de pasto maralfalfa, agua y sal a voluntad.

13. Contenido Bromatológico

El pasto maralfalfa está constituido bromatológicamente de un 12 % de carbohidratos (azúcares, etc.) por lo tanto es muy apetecible por los animales herbívoros y posee los siguientes componentes como se indica en el cuadro 4.

Cuadro 4. ANÁLISIS DE CONTENIDO BROMATOLÓGICO DEL MARALFALFA
Pennisetum sp.

| Componentes | Unidad | Valor |
|---------------------------|--------|-------|
| Humedad | % | 79.33 |
| Cenizas | % | 13.5 |
| Fibra | % | 53.33 |
| Grasa | % | 2.1 |
| Carbohidratos Solubles | % | 12.2 |
| Proteínas Crudas | % | 16.25 |
| Nitrógeno | % | 2.6 |
| Calcio | % | 0.8 |
| Magnesio | % | 0.29 |
| Fósforo | % | 0.33 |
| Potasio | % | 3.38 |
| Proteínas Digeribles | % | 7.49 |
| Total Nitrógeno Digerible | % | 63.53 |

Fuente: <http://www.heniheny.googlepages.com/home22321>. (2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se desarrollo en los lotes de producción de pasto de la Estación Experimental Tunshi, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, ubicada a 12 Km de la vía Riobamba - Licto, Provincia de Chimborazo. La investigación tuvo una duración de 120 días, los cuales fueron distribuidos de acuerdo con las necesidades de tiempo para cada actividad como: preparación de parcelas, corte de igualación, formulación del abono orgánico, aplicación de los tratamientos, mediciones de las diferentes variables, así como la también la segunda replica y los análisis de laboratorio.

1. Condiciones Meteorológicas

Las condiciones meteorológicas que se presentaron en la Estación Experimental Tunshi se detallan en el cuadro 5.

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI DE LA ESPOCH.

| CARACTERÍSTICAS | PROMEDIO |
|---------------------|----------|
| Temperatura, °C | 13.10 |
| Precipitación, mm. | 558.60 |
| Humedad relativa, % | 71.00 |

Fuente: Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH. (2009).

2. Condiciones edáficas

A continuación en el cuadro 6, se indican las condiciones edáficas del lugar donde se realizara la presente investigación.

Cuadro 6. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

| Parámetros | Valores |
|---------------|----------------|
| pH | 6.3 |
| Relieve | Plano |
| Tipo de suelo | Franco arenoso |
| Riego | Dispone |
| Drenaje | Bueno |
| Pendiente | 1-1.5% |

Fuente: Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH. (2009).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

La presente investigación conto con 12 parcelas de 3 m de ancho por 4 m de largo con un área de 12 m² y una separación de bloques de 1 m, registrando un área total de 144 m² de maralfalfa *Pennisetum sp*, en donde se aplico tres niveles de casting que son (6, 7 y 8 Th /ha) y se comparo frente a un tratamiento testigo.

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por una área de 12 m² (3 X 4) contándose con un total de 12 parcelas con una separación de bloques de 1m teniendo una área total de 238 m².

C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES

1. Materiales

- Rótulos para identificación
- Cinta métrica
- Postes
- Piola Nylon
- Fundas
- Alambre

- Libreta de apuntes
- Balde
- Herramientas para la preparación del suelo
- Pintura
- Carretilla
- Hoces
- Azadón
- Regla graduada
- Estacas
- Lápiz
- Fundas de papel

2. Equipos

- Balanza de precisión
- Cámara fotográfica
- Computador
- Pulverizador de mochila capacidad 20 litros
- Estufa

3. Insumos

- Casting en diferentes niveles (6, 7 y 8 Th /ha)

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos que se evaluaron en el presente trabajo estuvieron conformados por la aplicación de 3 tratamientos frente a un tratamiento testigo, cada tratamiento con 3 repeticiones, los cuales se evaluaron bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), los mismos que se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo.

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

Donde:

Y_{ijk} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Media.

T_i = Efecto de los tratamientos.

β_j = Efecto de los bloques.

ϵ_{ijk} = Efecto del error.

1. Esquema del experimento

El esquema del experimento que representa la investigación se describe en el cuadro 7.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

| Tratamiento | Código | Repeticiones | T.U.E.(m ²) | Total m ² |
|--------------------|----------|--------------|-------------------------|----------------------|
| Testigo | C0 | 3 | 12 | 36 |
| Casting en 6 Tn/ha | C6 | 3 | 12 | 36 |
| Casting en 7 Tn/ha | C7 | 3 | 12 | 36 |
| Casting en 8 Tn/ha | C8 | 3 | 12 | 36 |
| TOTAL | 4 | 12 | 48 | 144 |

Fuente: Abarca, J. (2010).

TUE = Tamaño unidad experimental; U.E. = Unidad Experimental.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Tiempo de prefloración, (días).
- Altura de la planta a los 30 – 60 días, (cm).
- Porcentaje de cobertura basal y aérea a los 30, 60 días, (%).
- Número de tallos de planta en la prefloración, (N°).
- Número de hojas por tallo en la prefloración, (N°).
- Producción de forraje verde y materia seca en prefloración, (Tn/ha/corte).
- Análisis beneficio-costos, (\$).

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

- Análisis de varianza para las diferencias.
- Separación de Medias según Tukey al ($P < 0.05$) y ($P < 0.01$).
- Análisis de correlación y regresión lineal.

1. Esquema del ADEVA.

El esquema de análisis de varianza que se utilizó en el desarrollo del presente experimento para cada una de las etapas se detalla a continuación en el cuadro 8.

Cuadro 8. ESQUEMA DEL ADEVA.

| Fuente de variación | Grados de libertad |
|---------------------|--------------------|
| Total | 11 |
| Repeticiones | 2 |
| Tratamientos | 3 |
| Error | 6 |

Fuente: Abarca, J. (2010).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción del experimento

Para el desarrollo de la presente investigación se preparó 12 parcelas de 4x3 m con una separación entre parcelas o bloques de 1 m de distancia, las parcelas (repeticiones) se delimitaron con estacas, cada bloque está compuesto por 3 parcelas las cuales fueron identificadas por cada tratamiento y bloque. Se realizó un corte de igualación, previa una limpieza total de malezas, luego se aplicó el abono casting (6, 7 y 8 Tn/ha) en forma foliar en las diferentes parcelas de acuerdo a cada uno de los tratamientos.

En adelante las labores culturales fueron las comunes, dándose énfasis al control

de malezas. La frecuencia de los riegos fue de acuerdo a las condiciones ambientales imperantes.

Luego del desarrollo vegetativo se tomó las medidas de cobertura aérea, cobertura basal, altura de la planta, número de tallos/planta, número de hojas/tallo, producción de forraje verde. Para la segunda evaluación se volvió a colocar los mismos tratamientos en las parcelas en el cual también se tomó las medidas de producción.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Tiempo de ocurrencia de la prefloración

Se realizó en días considerándose el estado de prefloración cuando el 10% del cultivo presentó floración.

2. Altura de la planta

Consistió en la medición de la altura de la planta en las distintas etapas fenológicas, se expreso en cm. Tomando la misma desde la superficie del suelo, hasta la media terminal de la hoja más alta.

3. Cobertura Basal

Se determinó por el método de la Línea de Canfield que se baso en la medición del área ocupada por las plantas en el suelo, sumando el total de las plantas presentes en la parcela y por regla de tres simple se obtuvo el porcentaje de cobertura, que fueron tomadas a partir del corte de igualación.

4. Cobertura Aérea

La cobertura aérea se midió por el método de la Línea de Canfield o transecto lineal.

5. Número de tallos

Para evaluar se seleccionó 15 plantas al azar de los surcos intermedios y se procedió a contar los tallos por planta, realizando por cada tratamiento y se calculó sus respectivos promedios.

6. Número de hojas /tallo

Para evaluar se seleccionó 15 plantas al azar de los surcos intermedios y se procedió a contar el número de hojas por tallo, se realizó por cada tratamiento y se calculó sus respectivos promedios.

7. Producción de forraje verde y materia seca

Se calculó en función al peso, se cortó una muestra representativa de cada parcela, en 1 m² escogidas al azar, dejando para el rebrote a una altura de 5 cm, el peso obtenido se relacionó con el 100% de la parcela, y posteriormente se estableció la producción en Tn /ha. Por otra parte la producción de materia seca del pasto se obtuvo determinando el porcentaje de humedad del pasto sometido en la estufa.

8. Análisis económica

Se lo determinó a través del indicador beneficio costo el mismo que se calculó a través de la siguiente expresión.

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Ingresos totales en dólares}}{\text{Egresos totales}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL PASTO MARALFALFA *Pennisetum sp.* EN LA ETAPA DE PREFLORACIÓN POR EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CASTING EN EL PRIMER CORTE

1. Altura de la planta

a. A los 30 días

La altura de las plantas a los 30 días (cuadro 9 y gráfico 1), después del corte de igualación no presentaron diferencias estadísticas ($P>0.05$), por efecto de los niveles de casting empleados, registrando valores entre 66.43 cm las plantas del C8 (8 Tn/ha de casting) y 70.80 cm para el tratamiento C7 (7 Th/ha de casting, esto se debe posiblemente a lo indicado en <http://www.infoagro.com>. (2003), informa que los abonos orgánicos actúan progresivamente a medida que se van mineralizando y mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que se refleja directamente sobre el desarrollo de la planta, ya que las plantas tendrá mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos.

En cuanto al estudio de esta variable Romero, J. (2010), al utilizar en el cultivo de pasto maralfalfa a los 30 días de evaluación empleando 2.5 litros/ha de micorrizas más 50 g/ha de rhizobium logra obtener alturas de 95.93 cm, como se puede determinar estas alturas obtenidas por el autor son mayores a las investigadas debiéndose posiblemente a que el uso micorrizas como indica en <http://www.biotri-ton.com>. (2008), mejoran la absorción de las raíces colonizadas con micorrizas y que se incrementa hasta en 1.000 veces, presentando una mayor tolerancia ante la sequía, las altas temperaturas, los metales pesados, la salinidad, las toxinas y la acidez del suelo, así como Morales M. (2009), manifiestan que el rhizobium permite una multiplicación de bacterias, logrando que su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico se incremente hasta 300%, así como puede deberse a las condiciones edafoclimáticas imperantes en cada uno de los estudios y a los diferentes tipos de fertilización que se aplicaron lo que

Cuadro 9. COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL PASTO MARALFALFA *Pennisetum sp* EN LA PREFLORACIÓN POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CASTING EN EL PRIMER CORTE.

| VARIABLES | NIVELES DE CASTING Tn/ha | | | | | | | | \bar{X} | C.V.% | Prob. | Sig. |
|---|--------------------------|----|--------|----|--------|---|--------|----|-----------|-------|--------|------|
| | C0 | C6 | C7 | C8 | | | | | | | | |
| Altura de la planta a los 30 días , (cm) | 66.70 | a | 68.47 | a | 70.80 | a | 66.43 | a | 68.10 | 6.13 | 0.5866 | n.s. |
| Altura de la planta a los 60 días, (cm) | 77.70 | c | 91.66 | b | 105.00 | a | 94.33 | b | 92.17 | 3.80 | 0.0005 | ** |
| Cobertura basal de la planta a los 30 días, (%) | 41.00 | c | 43.36 | b | 47.33 | a | 42.33 | bc | 43.50 | 1.37 | <.0001 | ** |
| Cobertura basal de la planta a los 60 días, (%) | 56.17 | c | 62.83 | b | 64.33 | a | 60.83 | b | 51.04 | 2.02 | 0.0009 | ** |
| Cobertura aérea de la planta a los 30 días, (%) | 59.00 | c | 67.67 | b | 69.67 | a | 64.83 | b | 65.29 | 1.97 | 0.0003 | ** |
| Cobertura aérea de la planta a los 60 días, (%) | 87.67 | c | 100.00 | a | 100.00 | a | 93.67 | b | 95.33 | 1.89 | 0.0004 | ** |
| Tiempo de prefloración , (días) | 71.00 | a | 64.00 | ab | 56.33 | b | 62.33 | b | 63.41 | 4.49 | 0.0045 | ** |
| Número de tallos por planta , (n) | 110.47 | c | 126.33 | b | 139.70 | a | 121.87 | b | 21.26 | 3.79 | <.0001 | ** |
| Número de hojas por tallo, (n) | 11.83 | b | 12.93 | b | 14.10 | a | 12.63 | b | 12.88 | 3.83 | 0.0078 | ** |
| Producción de forraje verde ,(Tn/ha/corte) | 55.33 | c | 93.33 | b | 103.00 | a | 88.32 | b | 85.00 | 5.77 | 0.0001 | ** |
| Producción de materia seca ,(Tn/ha/corte) | 10.51 | c | 17.73 | b | 20.60 | a | 16.78 | b | 16.40 | 5.82 | <.0001 | ** |

Fuente: Abarca, J. (2010).

C0: (Tratamiento Testigo sin casting); C6 (6 Th/ha de casting); C7 (7 Th/ha de casting); C8 (8 Th/ha de casting); Letras iguales no difieren estadísticamente; Tukey ($P \leq 0.05$). Prob: Probabilidad; CV: Coeficiente de variación %.: Diferencia significativa en los medios de los tratamientos; Sig. (Significancia); x (media); ** Diferencias altamente significativa.

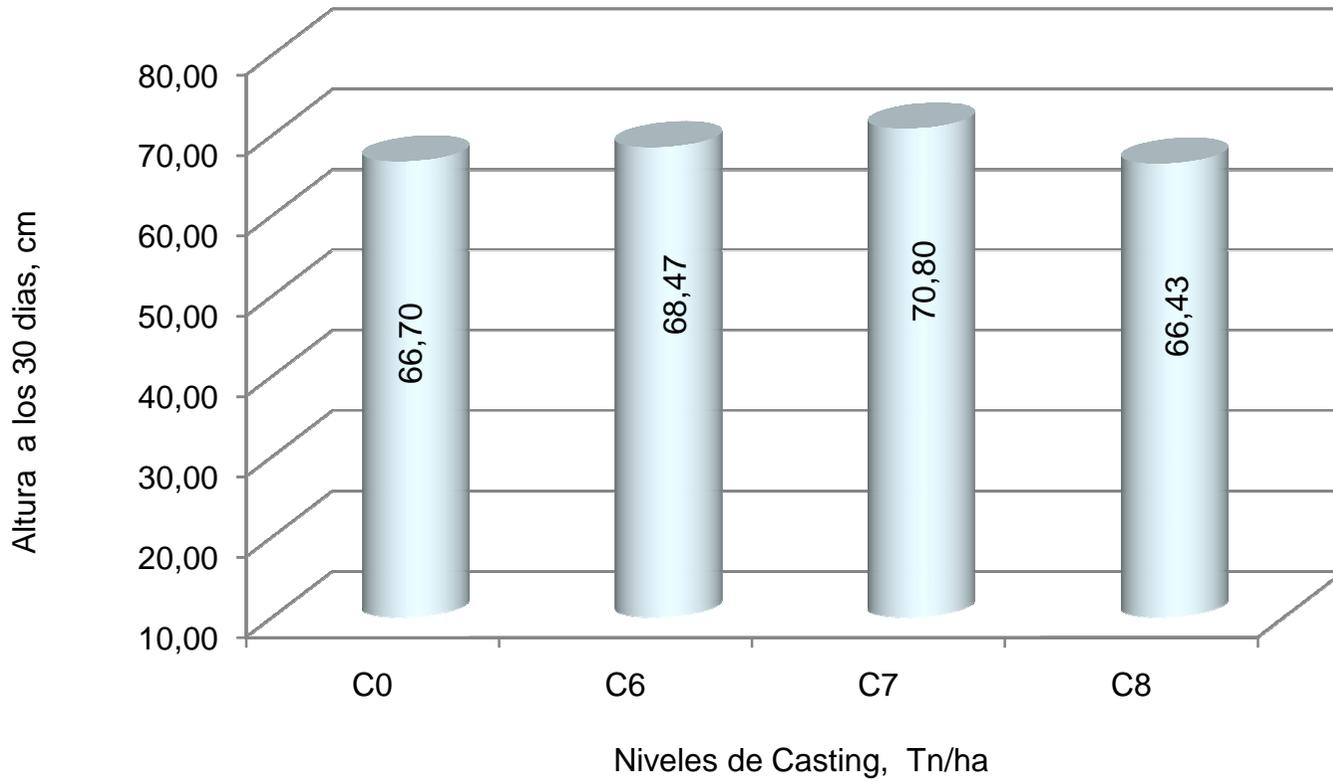


Gráfico 1. Altura (cm) a los 30 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

favoreció un mejor rendimiento en la altura de planta que superaron a los datos en el presente ensayo.

<http://www.produccion.com.ar> (2009), determina alturas de la maralfalfa a los 30 días en la región del trópico de 97 a 102 cm de altura, valores inferiores al presente estudio, esto puede deberse a que las condiciones de temperatura favorece los procesos de fotosíntesis obteniendo su mejor desarrollo en suelos con buen contenido de materia orgánica y drenaje y sobre todo que el pasto maralfalfa es mejorado siendo propio de la zona tropical en donde puede demostrar su potencial forrajero.

b. A los 60 días

En el estudio de esta variable (gráfico 2), se presentó diferencias altamente significativas ($P \geq 0.01$), con el tratamiento C7 (7 Th/ha de casting) con 105.00 cm siendo la mejor altura, seguido por las alturas de 94.33 y 91.66 cm para los tratamientos C8 (8 Th/ha de casting) y C6 (6 Th/ha de casting) respectivamente, mientras con C0 (testigo) registró la menor altura con un valor de 77.70 cm, esto se debe a lo señalado en <http://www.infojardin.com>. (2010), que los abonos orgánicos favorecen el enraizamiento, desarrollando y manteniendo un sistema radicular joven y vigoroso durante todo el ciclo de cultivo y esto hace que el desarrollo de la misma sea mucho más rápido, debido a que absorbe mayor cantidad de elementos nutritivos obteniendo mayor producción.

Mediante el análisis de regresión (gráfico 3), se estableció una línea de tendencia cúbica altamente significativa ($P \leq 0.01$), en el cual se determina que a medida que se utiliza de 6 a 7 Tn/ha de casting la altura de la planta se incrementa en 23.74 cm por cada nivel empleado, a partir de este nivel se da una disminución de la altura en 1.71 cm, existiendo además una relación alta de 93.11 % entre los niveles de casting y la altura a los 60 días, esto se debe posiblemente a lo mencionado en <http://www.spikerwormandcasting> (2008), el cual indica que el casting es un producto orgánico que contiene ricas proporciones de nutrientes solubles en agua, esta es una razón principal de ser capaz de proporcionar resultados increíbles en la producción, permite que las plantas de manera rápida y

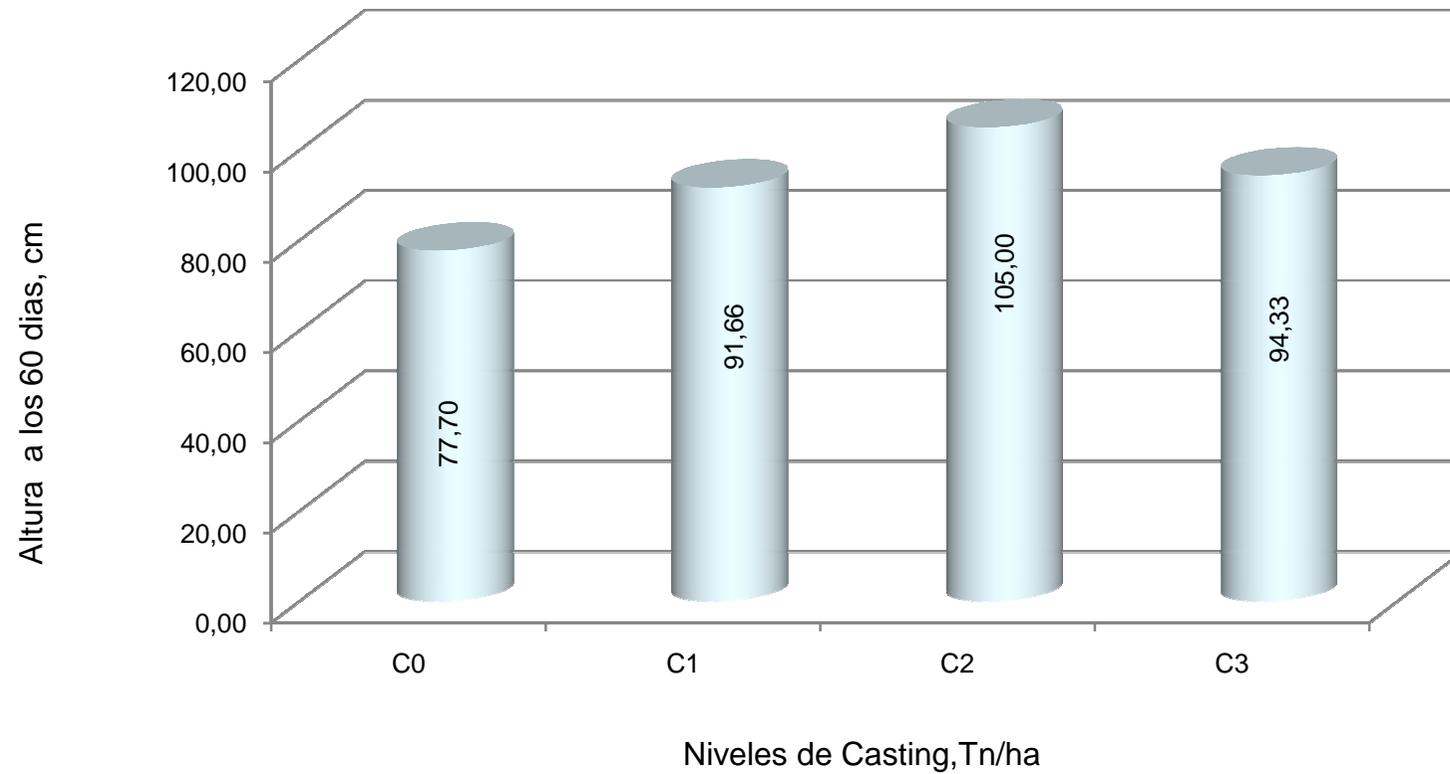


Gráfico 2. Altura (cm) a los 60 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

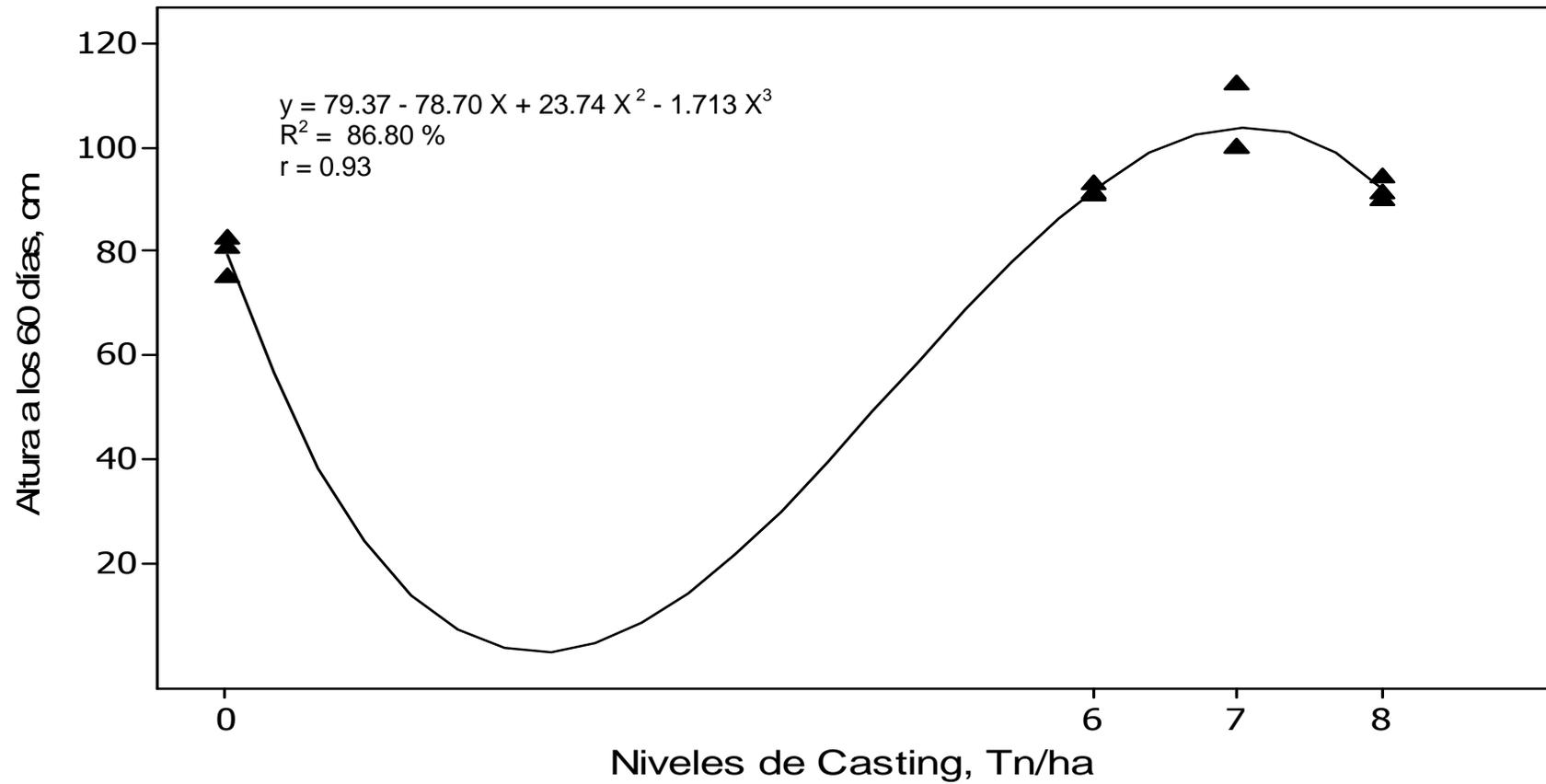


Gráfico 3. Análisis de regresión y la correlación de la altura de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) a los 60 días sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting.

fácil absorban todos los nutrientes esenciales y elementos en forma sencilla de modo que necesitan sólo un mínimo esfuerzo para obtenerlos, esto no sucede en el caso de la mayoría de los otros fertilizantes a pesar de que puede tener muchos nutrientes.

En la investigación realizada por Romero, J. (2010), al fertilizar con 2.5 litros/ha de micorrizas obtiene alturas de este pasto de 126.13 cm a los 60 días, esta altura es mayor a la investigada en este estudio, esto se debe quizá a lo reportado por Cruz, B. (2009), la cual señala que el uso de los biofertilizantes como los rhizobium y micorrizas incrementan la presencia de microorganismos benéficos que se asocian a las raíces de las plantas, siendo excelentes mejoradores del suelo y contribuye al combate de microorganismos patógenos garantizando ser fijadores de nitrógeno del medio ambiente para la alimentación de la planta, así mismo en <http://www.uce.edu.ec>. (2009), informa que al realizar investigaciones sobre el efecto de la edad de corte sobre el rendimiento y composición bromatológica de este pasto determina Ramírez, Y. (2006), la altura a los 60 días de corte con una fertilización inorgánica de (15-15-15) en cantidad de 100 Kg/ha reporta una altura de 187.00 cm, esta altura es superior en relación a la estudiada esto se debe a las diferentes condiciones edafológicas y climatológicas de las dos investigaciones, así como a los tipos de fertilización empleadas de manera que los fertilizantes químicos son aprovechados más rápido, en tanto los abonos orgánicos según <http://articulos.infojardin.com>. (2009), presentan una acción lenta porque los nutrientes se tienen que ir liberando a medida que los microorganismos los descomponen para ponerlos a disposición de las raíces.

2. Cobertura basal, %

a. A los 30 días

La cobertura basal de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) presenta (gráfico 4), diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con una media de 47.33 %, con los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting), C8 (8 Tn/ha de casting) y C0 (testigo) con promedios de 43.36, 42.33 y 41.00 % respectivamente; de igual manera existe diferencias estadísticas

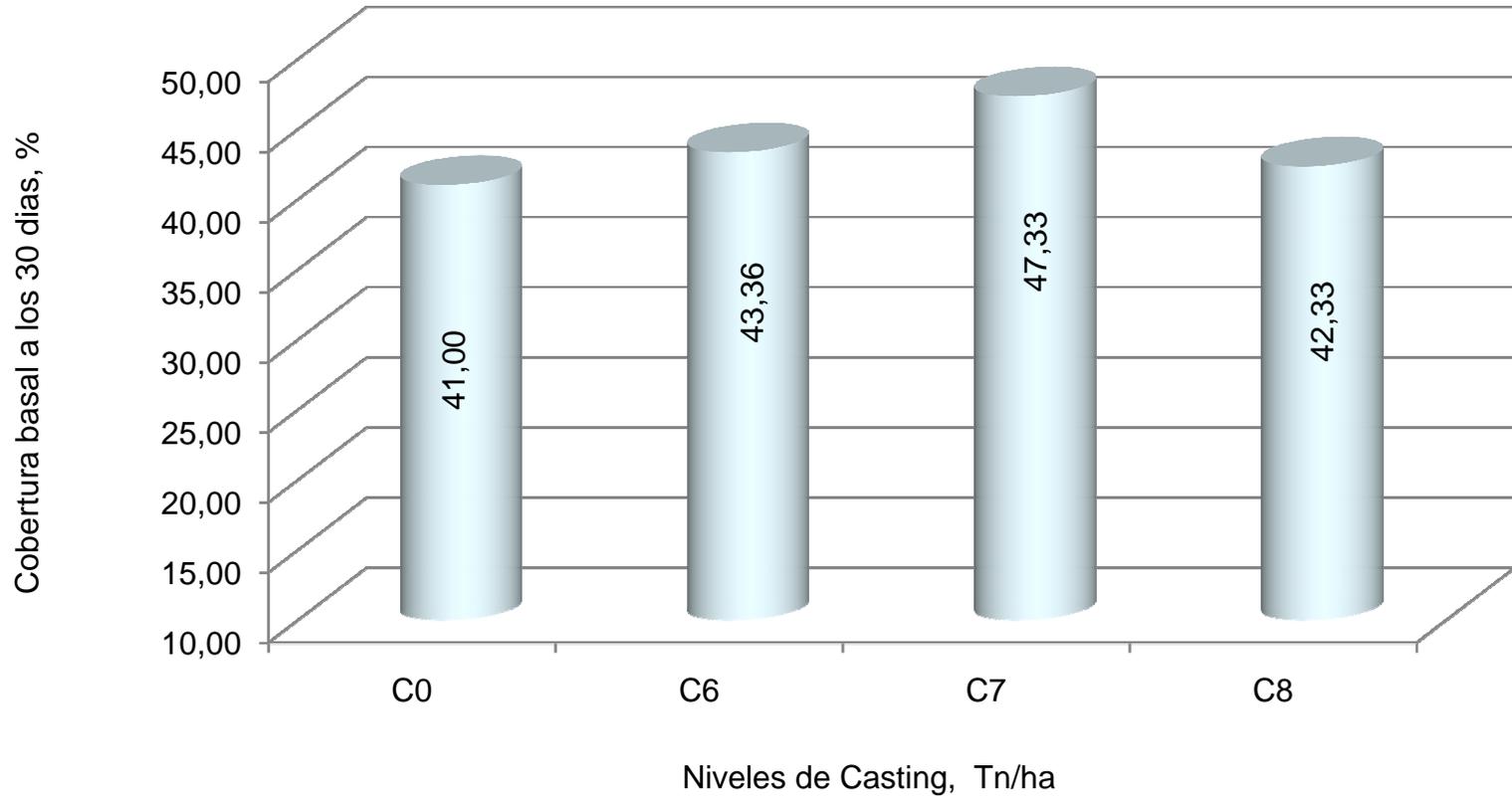


Gráfico 4. Cobertura basal, (%) a los 30 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

altamente significativas entre los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) y C8 (8 Tn/ha de casting) con relación al testigo. Entre los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) y C8 (8 Tn/ha de casting) no existe diferencias, esto se debe a lo señalado en <http://www.spikerwormandcasting.com>. (2008), que el casting gracias a su acción microbiana hace que sea asimilable para las plantas materiales inertes como: fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos por lo que contiene un balance mineral apropiado en sus partículas, de esta forma mejora la disponibilidad de alimento para las plantas y actúa como un complejo fertilizador natural.

b. A los 60 días

La cobertura basal de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) presenta (gráfico 5), diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con una media de 64.33 % con los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting), C8 (8 Tn/ha de casting) y C0 (testigo) con promedios de 62.83, 60.83 y 56.17 % respectivamente, de igual manera existe diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) con relación al testigo. Entre los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) y C8 (8 Tn/ha de casting) no existe diferencias estadísticas, esto se debe a lo manifestado en <http://www.infoagro.com>. (2008), que el casting ayuda a la formación de suelo, enriquece con microorganismos benéficos, regenerando su vida microbiana y su micro fauna, además de incrementar la mineralización mejora las características fisiológicas de las plantas por la actividad fito hormonal logrando que las raíces crezcan rápido, permitiendo que el suelo este ligero y no compacto.

3. Cobertura aérea, %

a. A los 30 días

En cuanto a la cobertura aérea (gráfico 6), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*), existió diferencias significativas ($P \leq 0.01$), entre el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con 69.67 %, con los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) con 67.67 %, C8 (8 Tn/ha de casting) con 64.83 % y con el C0 (testigo) con 59.00 %; entre los

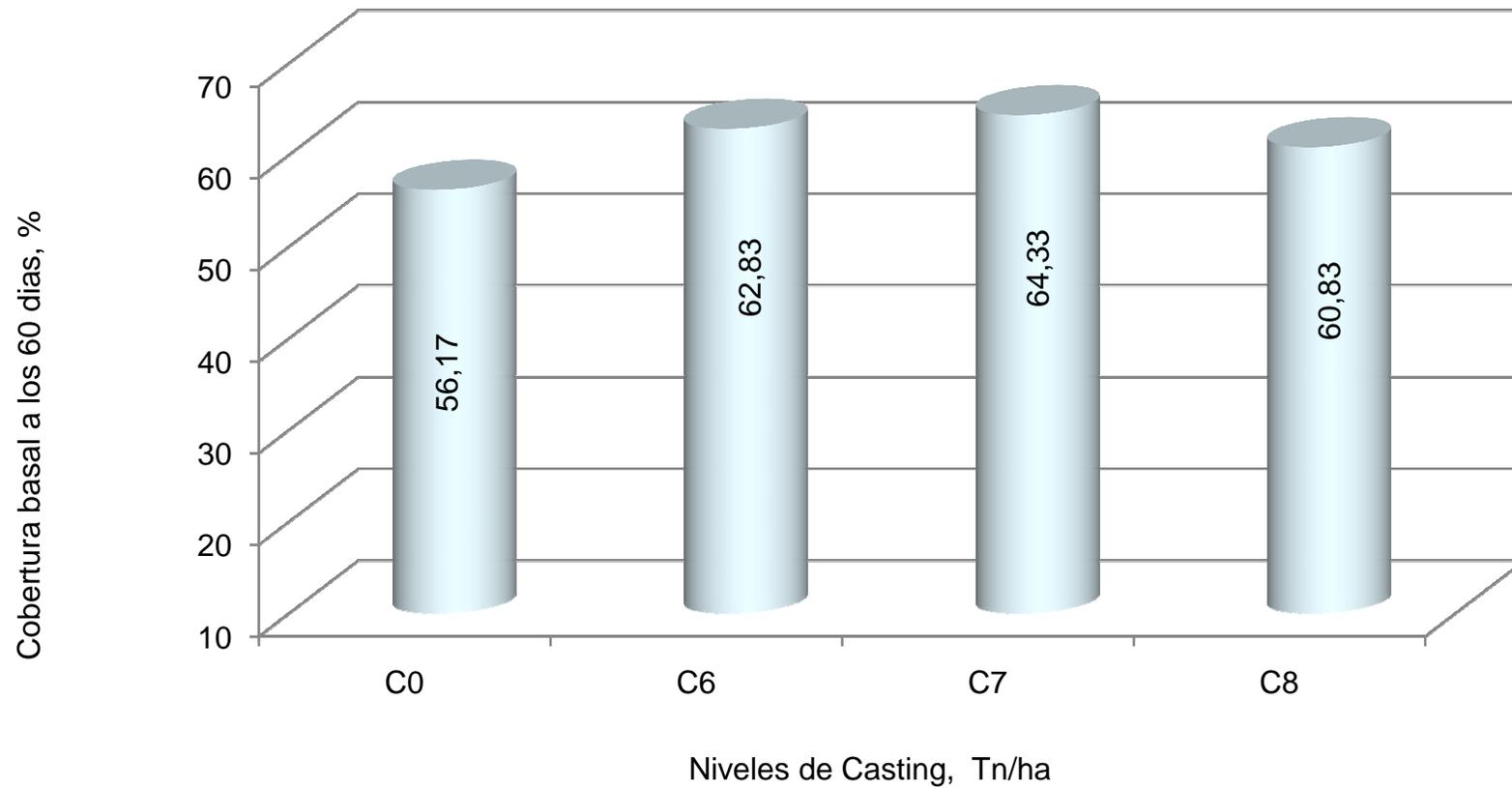


Gráfico 5. Cobertura basal, (%) a los 60 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

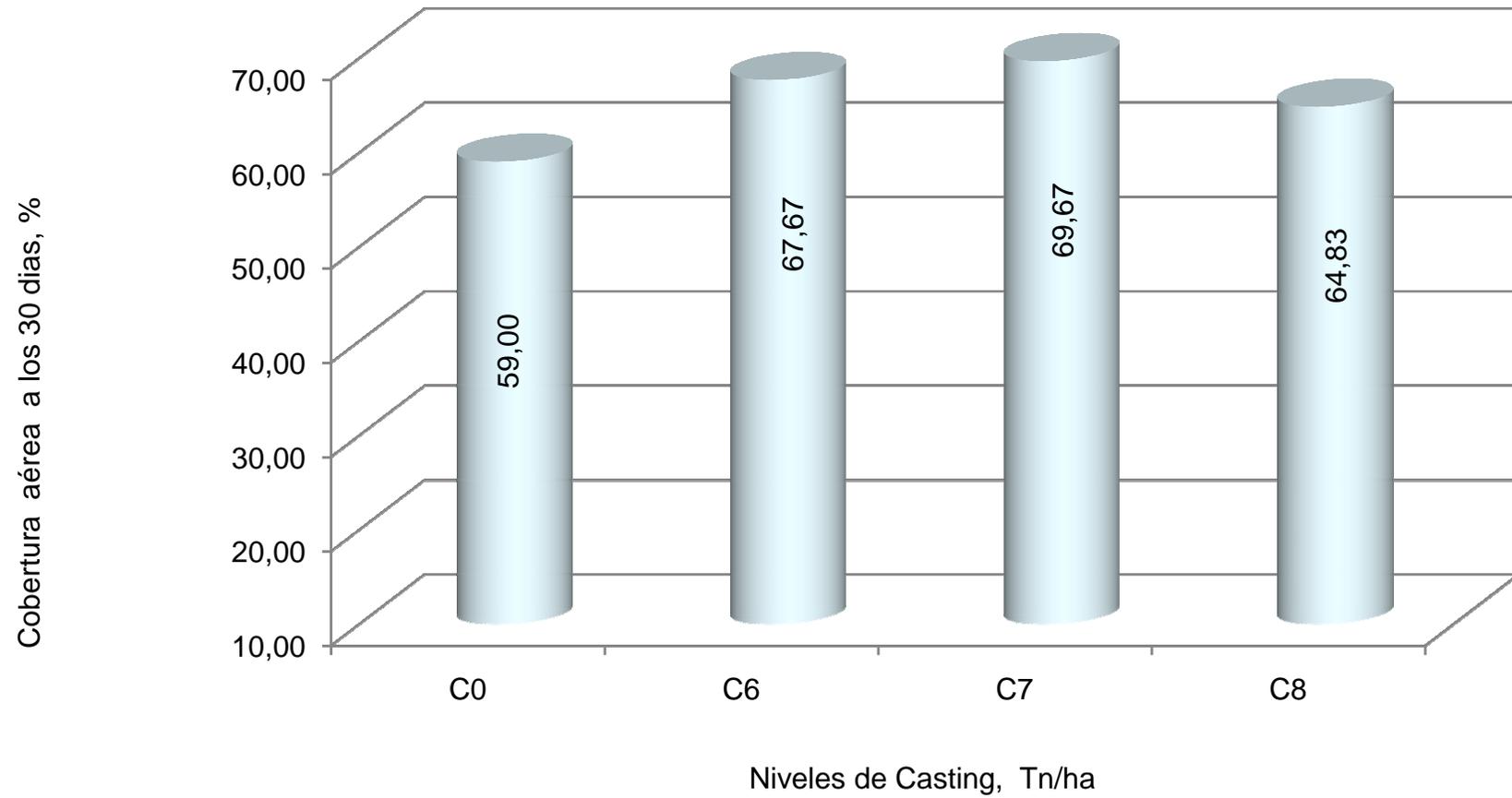


Gráfico 6. Cobertura aérea, (%) a los 30 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) y C8 (8 Tn/ha de casting) no existió diferencias, esto se debe a lo indicado en <http://www.spikerwormandcasting.com>. (2008), que el casting es un excelente sustrato que contiene ácidos húmicos, enzimas de crecimiento, hormonas, vitaminas, y antibióticos que activan el crecimiento de las plantas y de bio-protección.

b. A los 60 días

La cobertura aérea a los 60 días presenta (gráfico 7), diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre la media de los tratamientos C7 (7 Tn/ha de casting) y C6 (6 Tn/ha de casting) con un promedio de 100.00 %, con los tratamientos C8 (8 Tn/ha de casting) y el C0 (testigo) con 93.67 % y 87.67 % respectivamente, debiéndose a lo mencionado en <http://em.iespana.es>. (2003), informa que el uso de abonos orgánicos sirven para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y obtener mayores rendimientos de los forrajes, así como <http://www.monografias.com>.(2010), indica que el casting tiene un profundo efecto en la estructura de muchos suelos, su adición frecuente de residuos orgánicos de fácil descomposición lleva a la síntesis de compuestos orgánicos complejos que ligan partículas de suelo en unidades estructurales llamadas agregados, los mismos que ayudan a mantener una condición suelta, abierta y granular, permitiendo que el agua puede penetrar para un mejor intercambio de gases entre el suelo y la atmósfera.

4. Tiempo de ocurrencia a la prefloración

Al evaluar el tiempo a la prefloración (gráfico 8), se registró la existencia de diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre el tratamiento testigo con el mayor tiempo a la prefloración con 71 días, seguido por los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting), C8 (8 Tn/ha de casting), y C7 (7 Tn/ha de casting) con 64.00, 62.33 y 56.33 días en su orden, mientras que no se encontraron diferencias entre el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) y C8 (8 Tn/ha de casting), esto se debe a lo señalado en <http://www.ingoagro.com.ar>. (2010), en donde indica que los abonos orgánicos, poseen gran cantidad de materia orgánica, por lo que favorecen la fertilidad del suelo, incrementa la actividad microbiana y

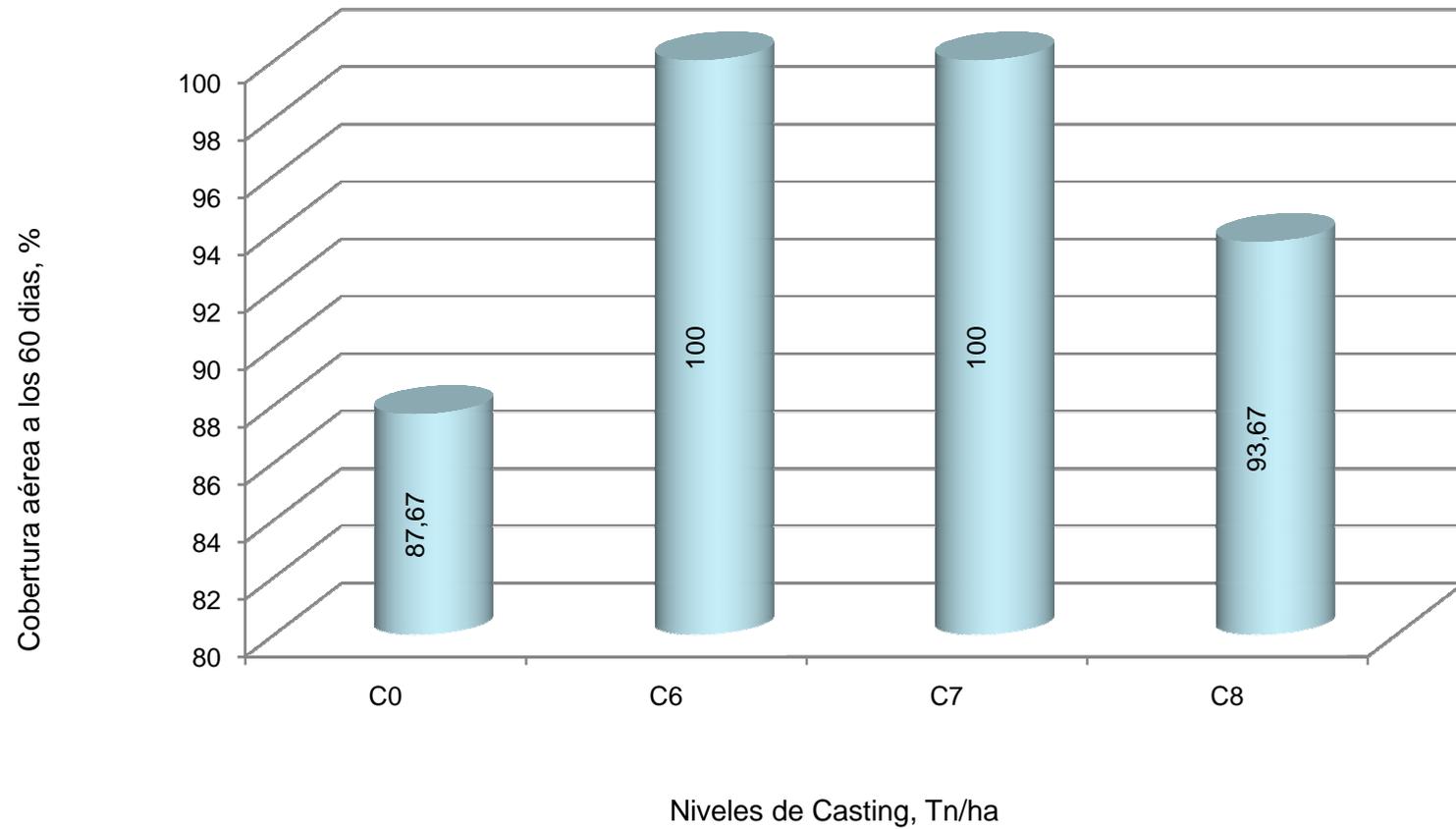


Gráfico 7. Cobertura aérea, (%) a los 60 días en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

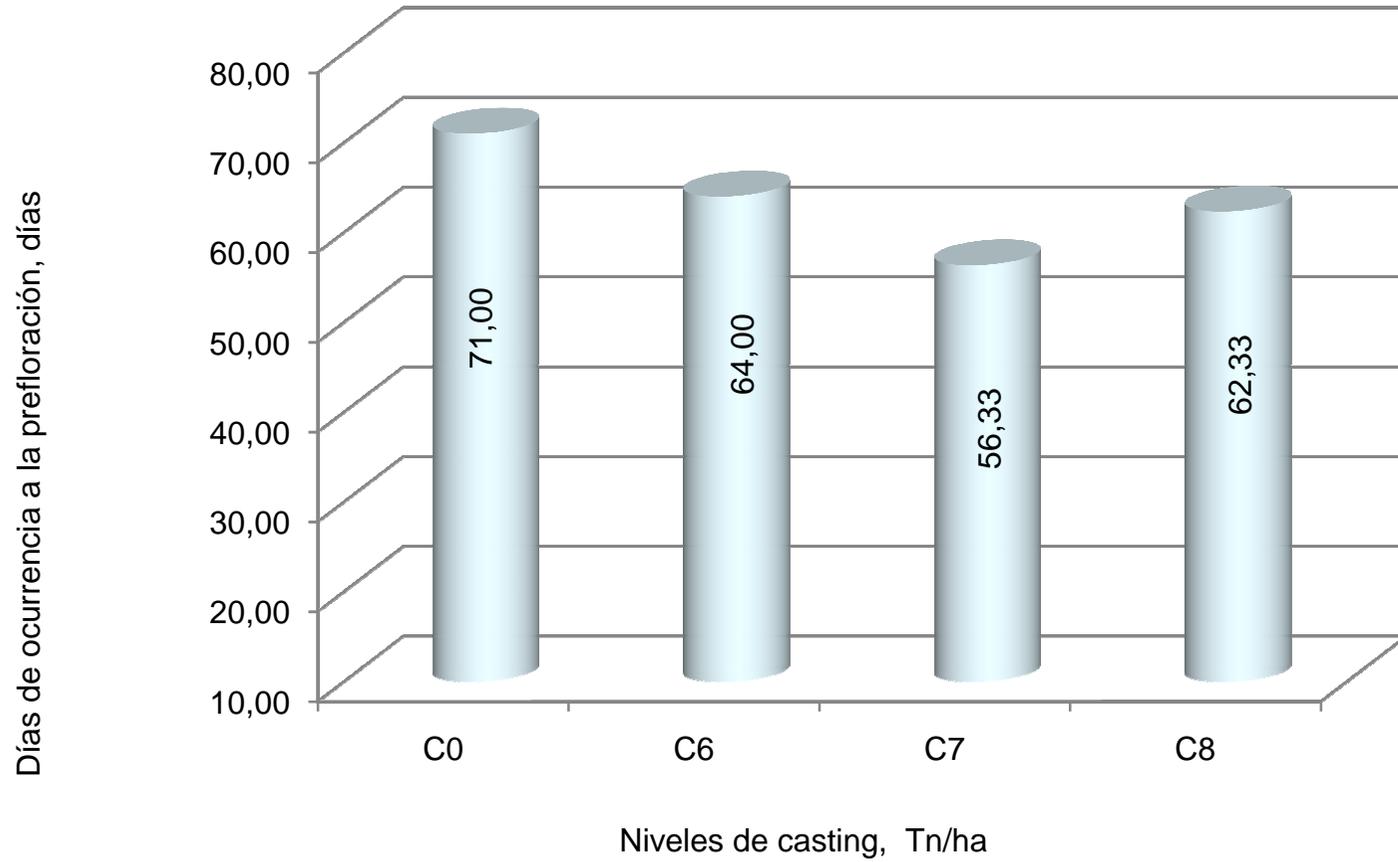


Gráfico 8. Días a la prefloración en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

facilita 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 mejorando el desarrollo y crecimiento de la planta.

Mediante el análisis de regresión (gráfico 9), se estableció una línea de tendencia cúbica altamente significativa ($P \leq 0.01$), esto indica una influencia de los tratamientos sobre el tiempo de ocurrencia del 95.40 %, esto quiere decir que los niveles de casting de 6 a 7 Tn/ha actúa sobre la planta permitiendo que alcance un menor número de días a la etapa de prefloración, a partir de estos niveles se da un incremento en el número de días al apareamiento de este estado fisiológico de la planta, esto se debe a lo señalado en <http://foroantiguo.infojardin.com>. (2007), donde determina que los abonos orgánicos son sustancias muy especiales que contienen minerales para las plantas a medida que se descomponen, a la vez que producen activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia.

De acuerdo a los estudios realizados por Romero, J. (2010), al utilizar biofertilización en el pasto maralfalfa con 50 gr/ha de rhizobium + 2.5 l/ha de micorrizas alcanza un apareamiento a la prefloración de 48.00 días, este tiempo es mejor en relación a la de esta investigación (56.33% para el C7), esto se debe a que al aplicar en las plantas conjuntamente los biofertilizantes de rhizobium más micorrizas.

De acuerdo a <http://www.ingoagro.com.ar>.(2010), reporta que la presencia de micorrizas en simbiosis con especies de interés agrícola ha sido descripta como una importante contribución sobre la absorción del fósforo edáfico al aumentar la superficie de exploración radical y por su capacidad de solubilización de formas poco solubles de fósforo relacionadas fundamentalmente con calcio, la presencia de rhizobium y micorrizas favorecen en forma independiente o combinada la implantación de pasturas en una forma más temprana, haciendo que su ciclo vegetativo sea más corto, así como también pudo haber influido las condiciones ambientales imperantes durante el desarrollo de la investigación, por cuanto los períodos de lluvia y sequía pueden afectar para que exista variación en los resultados.

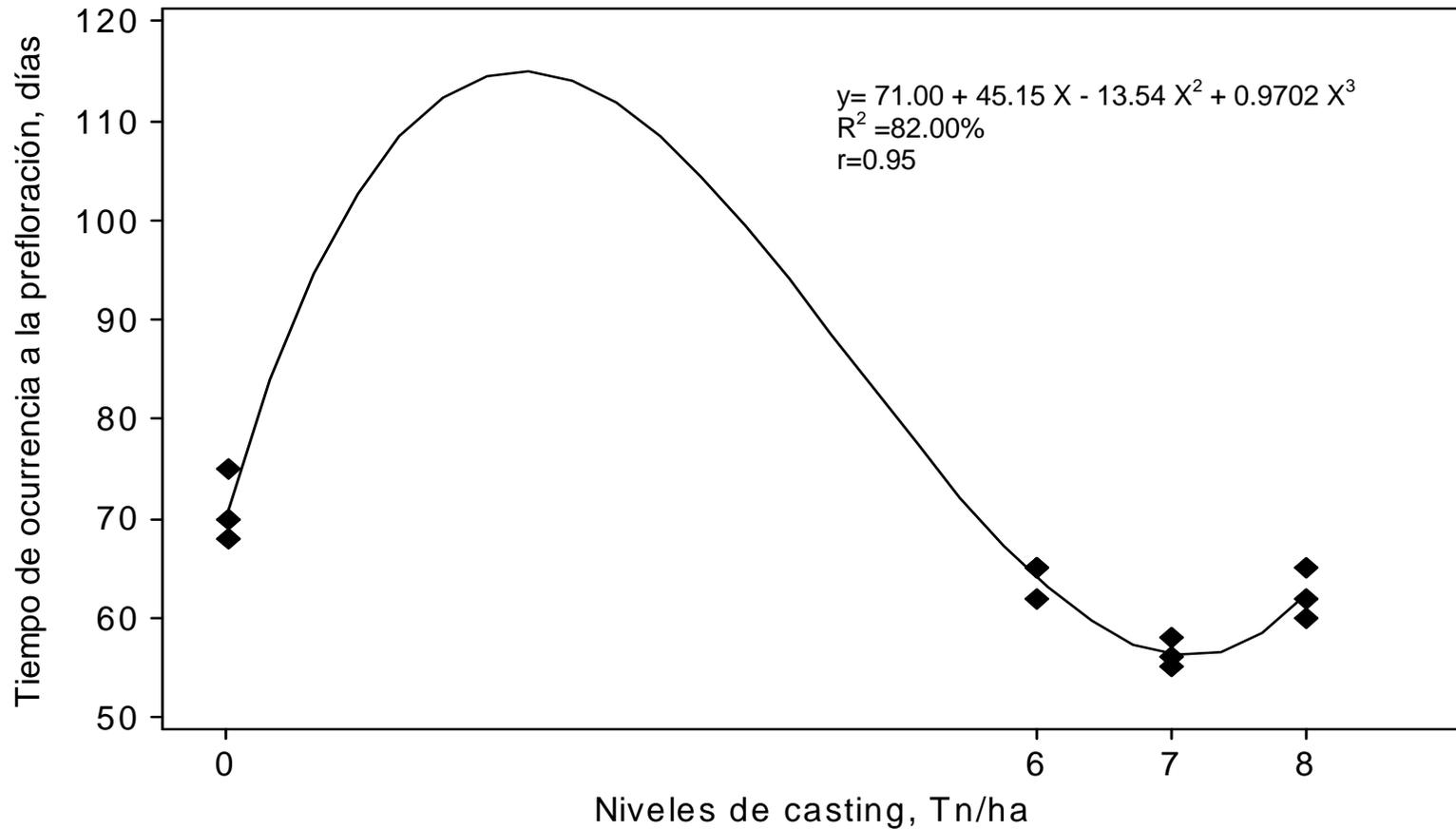


Gráfico 9. Análisis de regresión y la correlación del tiempo de ocurrencia a la prefloración de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting.

5. Número de tallos por planta, n/tallos/planta

Los resultados que se muestran de esta variable presenta diferencias altamente significativas ($P < 0.05$), entre los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) y C8 (8 Tn/ha de casting) con 126.33 tallos/planta y 121.87 tallos/planta en su orden; en tanto que se registra diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.01$), entre el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con 139.70 tallos/planta con los demás tratamientos como C6 (6 Tn/ha de casting), C8 (8 Tn/ha de casting) y testigo, lo que puede deberse a lo reportado, <http://www.infojardin.com>. (2010), que los abonos orgánicos produce activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia: vitaminas, reguladores de crecimiento (auxinas, giberelinas, citoquininas) y sustancias con propiedades de antibióticos, además a Correa, H. (2005), determina que la maralfalfa posee tallos de crecimiento rápido y de alta capacidad de profundizar en el suelo, de modo que al contar con un suelo con condiciones bioestructurales mejorados, permitirán la mejor absorción y aprovechamiento de los nutrientes del suelo .

6. Número de hojas por tallo, n

En el primer corte de la maralfalfa en el estudio del número de hojas/tallo se presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con 14.10 hojas/tallo con los demás tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) con 12.93 hojas/tallo, seguido por el C8 (8 Tn/ha de casting) con 12.63 hojas/tallo para finalmente ubicarse en tratamiento testigo con 11.83 tallos/planta, el comportamiento del número de tallos por planta de la maralfalfa sometida a diferentes niveles de casting.

Según <http://ambientalnatural.com>. (2008), describe que los fertilizantes orgánicos no son sólo fuente de alimentación nutricional para las plantas, sino que también ayudan a la descomposición de los abonos desprendiendo mucho gas carbónico que satura el aire del suelo y como resultado mejora la nutrición aérea de las plantas, necesaria para la obtención de un buen desarrollo de la planta (incrementa el número de tallos), y por ende una excelente producción.

7. Producción de forraje verde, Tn/ha/corte

El rendimiento de forraje verde (Tn/ha/corte) del *Pennisetum sp.* (maralfalfa) (gráfico 10), en el primer corte presenta diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), registrándose la mayor producción para el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con 103.00 Tn/ha/corte, seguido por los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) con 93.33 Tn/ha/corte y C8 (8 Tn/ha de casting) con 88.32 Tn/ha/corte siendo estos dos tratamientos estadísticamente similares, para finalmente ubicarse el tratamiento testigo con la menor producción de 55.33 Tn/ha/corte, esto se debe a lo manifestado en <http://www.infoagro.com>. (2007), reporta que el uso de abonos orgánicos provoca una simple mejora nutritiva de la planta hospedera debida al aumento de eficacia en la absorción de nutrientes por la raíz, permitiendo la captación de agua y nutrientes más allá de la zona de agotamiento que se crea alrededor de las raíces por la propia absorción de la planta, que se refleja directamente sobre la producción de forraje en cada uno de los cortes que se espera realizar.

En el análisis de regresión se presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), estableciéndose una línea de tendencia cúbica en el cual se da a conocer que existe una dependencia alta de 90.00 % de los niveles de casting con la producción de forraje verde, y con una relación alta de 94.86 % (gráfico 11), además se determina que cuando se aplica a la planta niveles de 6 a 7 Tn/ha de casting la producción de forraje verde aumenta por cada nivel empleado en 20.31 unidades para demostrarse un disminución de la producción en 1.547 unidades cuando los niveles son superiores, esto se debe a lo indicado por Domínguez, A. (1998), el cual manifiesta que al utilizar casting en los pastos mejora la retención y penetración de agua, además aumenta la aireación del suelo ya que las raíces de este pasto son fibrosas y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas que son de crecimiento rápido y de alta capacidad de profundizar en el suelo, de esta manera el abono orgánico mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo para que las plantas tengan mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos y incrementar los índices productivos.

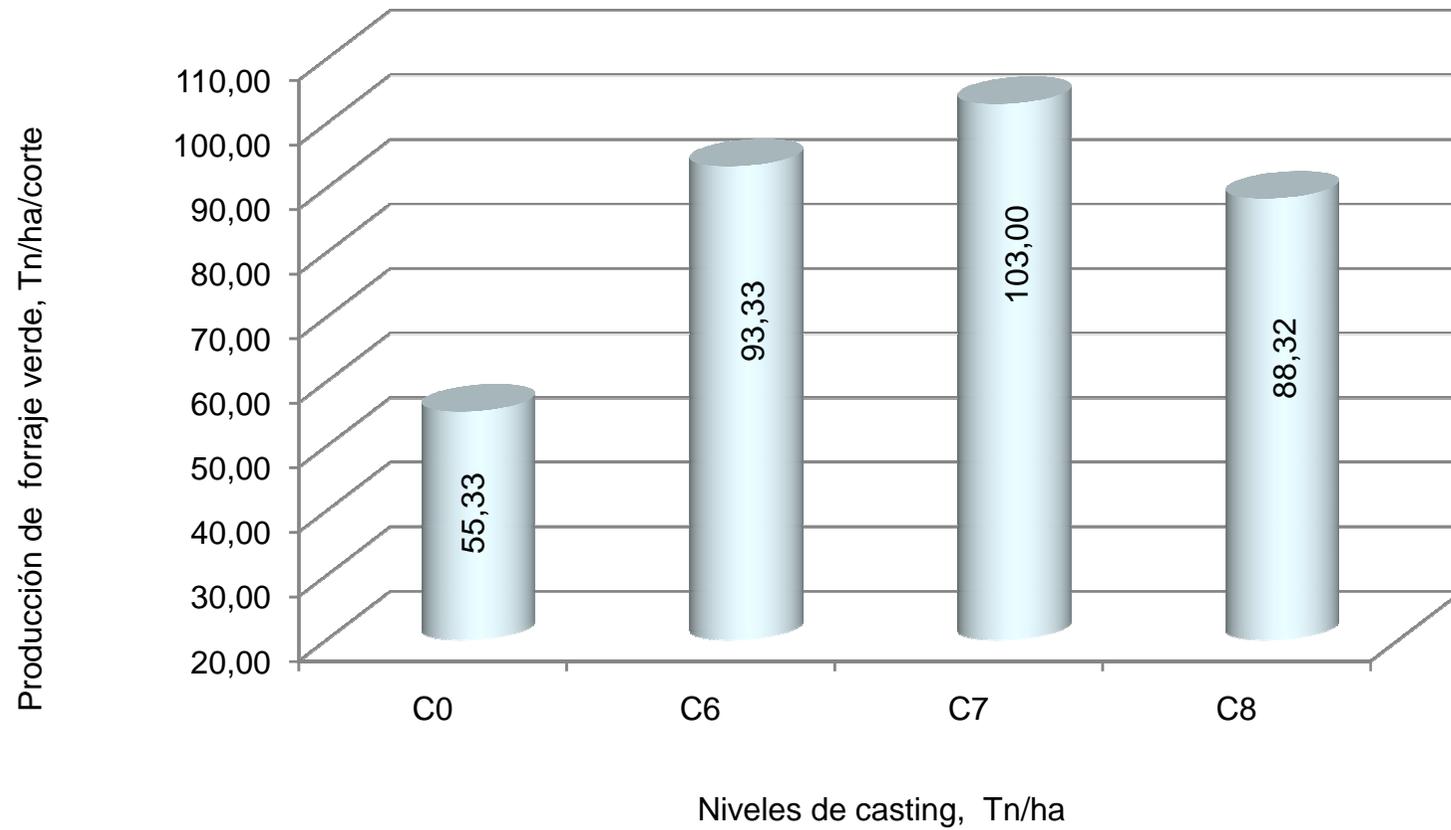


Gráfico 10. Producción de forraje verde (Tn/ha/corte) en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

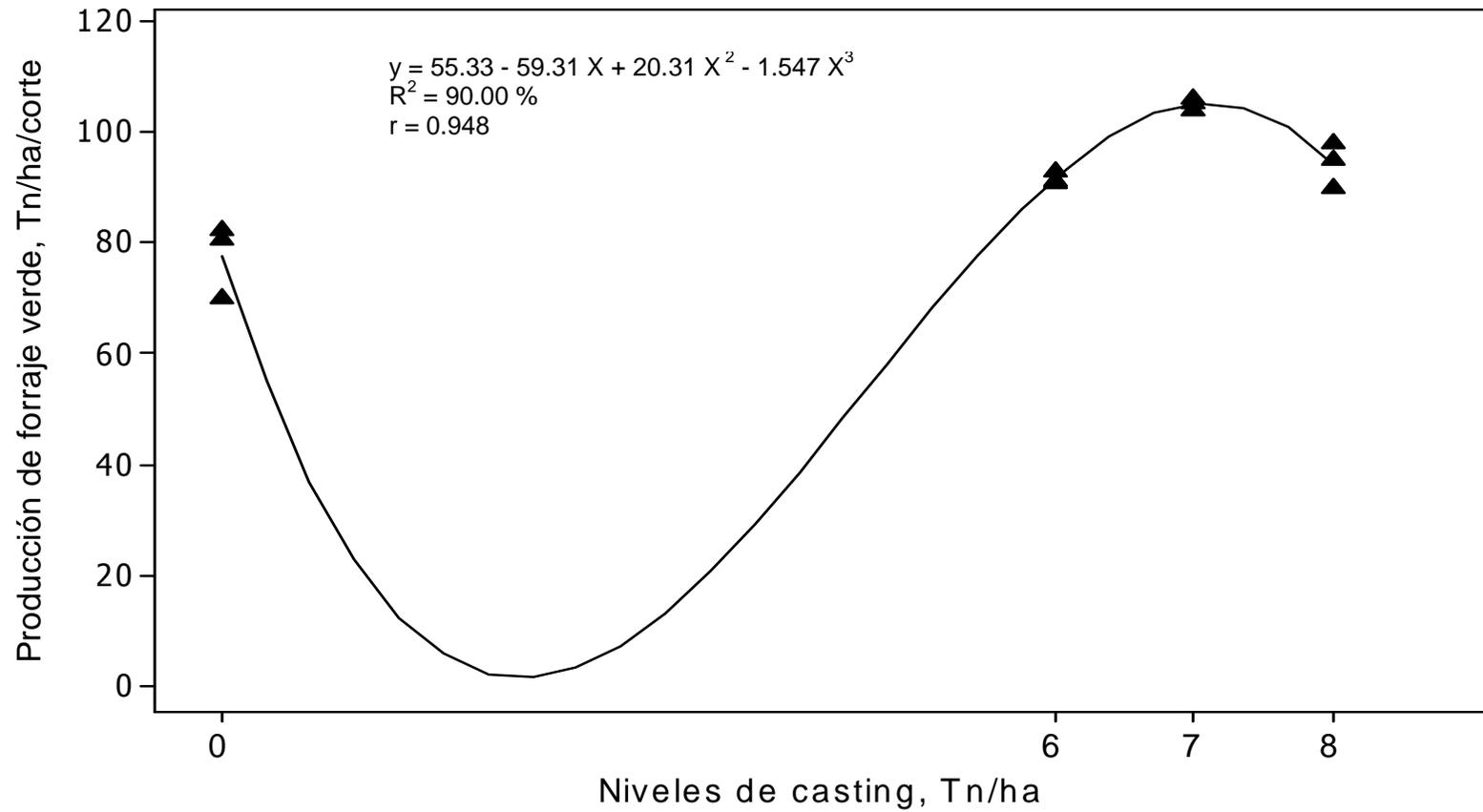


Gráfico 11. Análisis de regresión y correlación de la producción de forraje verde (Tn/ha/corte) a la prefloración de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting.

<http://www.uce.edu.ec>. (2010), informa que al realizar investigaciones sobre el efecto de la edad de corte sobre el rendimiento y composición bromatológica de este pasto determina Ramírez, Y. (2006), a los 60 días de corte con una fertilización inorgánica de (15-15-15) en cantidad de 100 Kg/ha con una altura de 187.00 cm logra producción de 364.00 Tn/ha/corte, <http://www.proyectosagropecuarios.com> (2010), 220.000 kg/ha (220 toneladas) con un promedio de la caña de dos metros con veinte centímetros (2.20 mts) en lugares tropicales, Romero, J. (2010), al ocupar biofertilización con 50 g/ha de rhizobium + 2.5 l/ha de micorrizas reporta 359.66 Tn/ha/corte a los 120 días de estudio, <http://pastomaralfalfa.wordpress.com>. (2009), indica que la maralfalfa a los 120 días de madurez y bajo condiciones ideales de manejo y agro climatológicas la producción es de 210.00 Tn/ha/corte, Cruz, M. (2008), en su estudio evaluación del potencial forrajero del maralfalfa con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo con una base estándar de potasio reporta producciones de forraje verde de 112.00 Tn/ha/corte, como podemos comparar las producciones de esta investigación (103.00 Tn/ha/corte), son inferiores en relación a la citadas por los diferentes autores debiéndose posiblemente a los diversas condiciones edafoclimáticas donde fue cultivado el pasto, tipo de fertilización especialmente a la del nitrógeno, edad de corte así como por cuanto los períodos de lluvia y sequía pueden afectar para que exista variación en los resultados ya que en este estudio las épocas de sequía fueron notables.

8. Producción de materia seca, Tn/ha/corte

La producción de materia seca (gráfico 12), presenta diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting), y una media de 20.60 Tn/ha/corte con los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting), C8 (8 Tn/ha de casting) y testigo con 17.73, 16.78 y 10.51 Tn/ha/corte respectivamente; de igual manera diferencias altamente significativas entre los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) y C8 (8 Tn/ha de casting) con el testigo. Entre los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) y C8 (8 Tn/ha de casting) no existen diferencias estadísticas, debido posiblemente a lo señalado por Cervantes, M (2007), quien manifiesta que los abonos orgánicos mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo y en este sentido este tipo de abono juega un

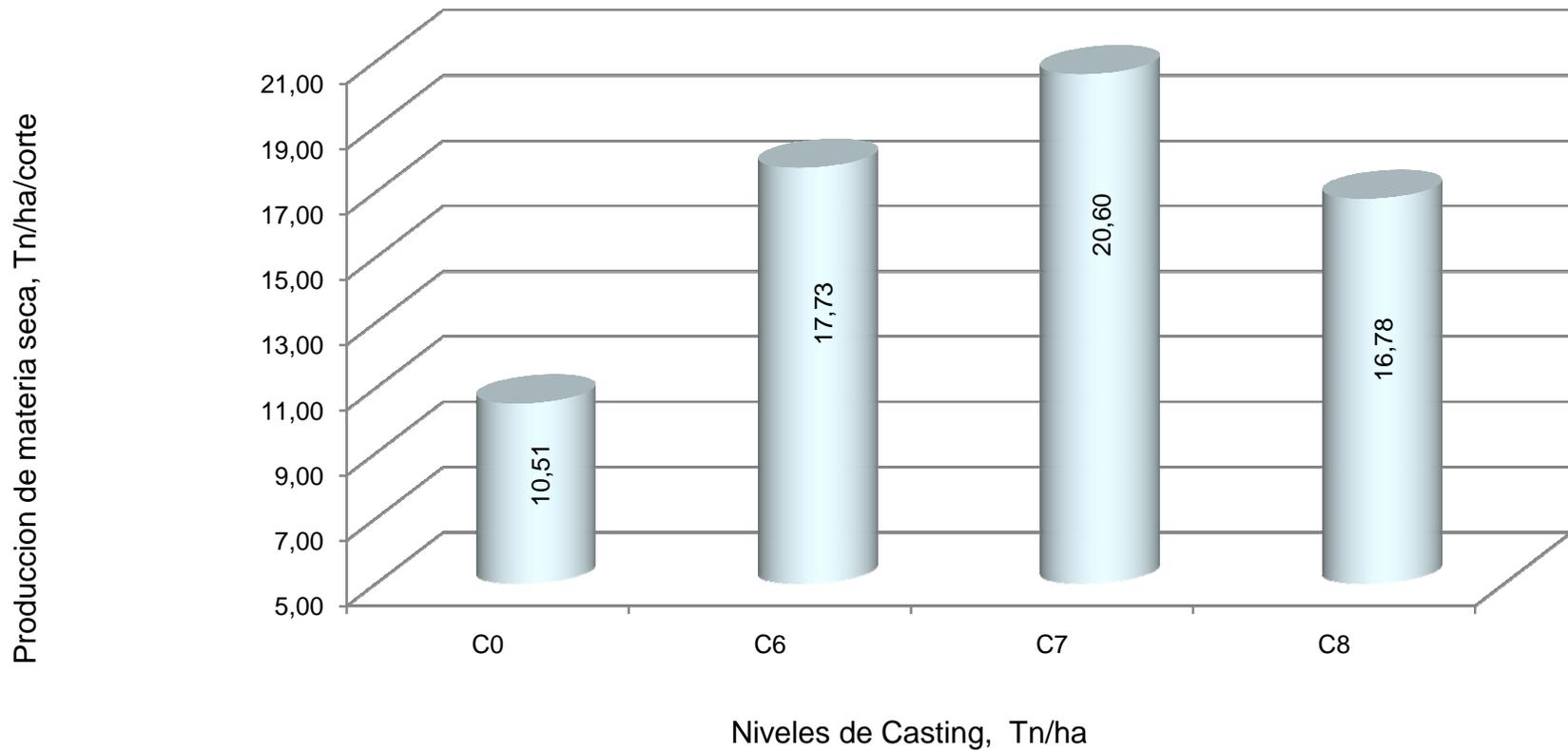


Gráfico 12. Producción de de forraje en base seca (Tn/ha/corte) en el primer corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

papel fundamental, ya que las plantas tendrán mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos y mejorar sus índices productivos.

En el análisis de regresión se presentó una línea de tendencia cúbica altamente significativa ($P \leq 0.01$), en el cual se determina que cuando se emplea niveles de 6 a 7 Tn/ha de casting se da un aumento de la producción de forraje seco en 4.126 unidades por cada nivel empleado a partir de este nivel (8 Tn/ha de casting), se da una disminución de la producción en 0.31269 unidades, existe una relación alta de 97.00 % (gráfico 13), posiblemente se debe a lo señalado en <http://articulos.infojardin.com>. (2009), donde indica que el casting es una sustancia beneficiosa para el suelo y para la planta, por cuanto agrega las partículas y esponja el suelo, lo airea mejorando su estructura, reteniendo el agua y los nutrientes minerales, a la vez que producen activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia, elevándose consecuentemente la producción de materia seca.

De acuerdo con Urbano, D. (2008), del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA- Mérida), en su estudio de la maralfalfa da a conocer que al aplicar fertilizantes inorgánicos a base de nitrógeno con potasio obtiene producciones de 24.10 Tn/ha/corte a los 70 días de evaluación, como se puede indicar la producción de materia seca es mayor a la investigada (20.00 Tn/ha/corte), esto se debe a las diferentes condiciones climáticas, variedades, métodos de cultivo y de cosecha.

Cruz, M. (2008), en su estudio evaluación del potencial forrajero del maralfalfa con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo reportó una producción de 19.80 Tn/ha/corte, como se puede considerar esta producción está dentro de las obtenidos esto se debe a lo descrito en Biblioteca del Campo. (2002), que menciona que los abonos orgánicos optimizan las condiciones físicas del suelo al aumentar la granulación de las partículas y mejorar la porosidad y la circulación del aire, se convierten en un reservorio de agua, porque aumenta la capacidad del suelo para retener humedad y así crear mejores condiciones para el crecimiento de las plantas.

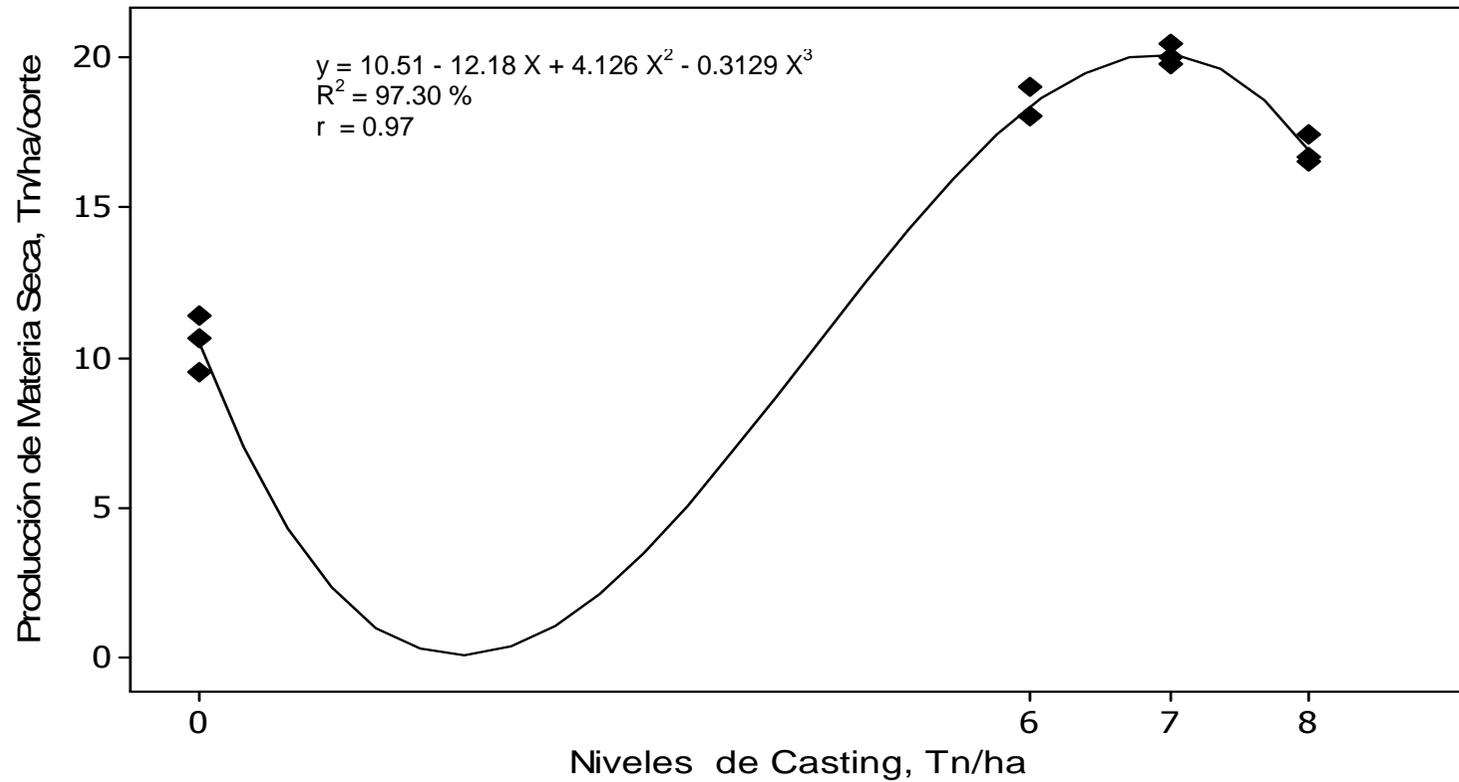


Gráfico 13. Análisis de regresión y correlación de la producción de forraje en base seca (Tn/ha/corte) a la prefloración de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting.

B. COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL PASTO MARALFALFA *Pennisetum sp* EN LA ETAPA DE PREFLORACIÓN POR EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CASTING EN EL SEGUNDO CORTE

1. Altura de la planta

a. A los 30 días

En relación al estudio de la altura de la planta a los 30 días de investigación sometido a diferentes niveles de casting se presentó diferencias significativas ($P \leq 0.005$), entre los tratamientos C7 (7 Tn/ha de casting) con 71.63 cm, en relación con el tratamiento testigo que tiene un promedio 66.93 cm. Entre los tratamientos C8 (8 Tn/ha de casting) y C6 (6 Tn/ha de casting) no existió diferencias significativas con promedios de 68.97 y 70.23 cm (cuadro 10), esto se debe a lo que indica en <http://www.infonaturalenviro.com>. (2007), donde describe también que los abonos orgánicos contienen hormonas vegetales como las giberelinas que promueven el crecimiento de las hojas, tallos, floración y el crecimiento de la raíz lo que hace que estimulan los procesos biológicos de la planta, así como en la rápida solubilidad y asimilación de los nutrientes del suelo.

b. A los 60 días

En cuanto a la altura en el segundo corte de las planta a los 60 días se presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre las medias de los tratamientos C7 (7 Tn/ha de casting) con 106.67 cm reportándose como la mejor altura seguido por los tratamientos C8 (8 Tn/ha de casting), C7 (7 Tn/ha de casting) y C0 con promedios de 96.33 , 93.67 y 79.00 cm, entre los tratamientos C8 (8 Tn/ha de casting) y C6 (6 Tn/ha de casting) no existió diferencias significativas, debiéndose a lo señalado en <http://www.infojardin.com>. (2010), donde se señala que el humus de lombriz aporta nutrientes minerales lentamente para las plantas a medida que se descompone (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, etc.), perdurando a través del tiempo, por lo que las plantas presentaron mejores índices productivos en el segundo corte.

Cuadro 10. COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL PASTO MARALFALFA *Pennisetum sp* EN LA PREFLORACIÓN POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CASTING EN EL SEGUNDO CORTE.

| VARIABLES | NIVELES DE CASTING Tn/ha | | | | | | | | X | C.V.% | Prob. | Sig. |
|---|--------------------------|----|--------|----|--------|---|--------|----|--------|-------|--------|------|
| | C0 | C6 | C7 | C8 | | | | | | | | |
| Altura de la planta a los 30 días , (cm) | 66.93 | b | 70.23 | ab | 71.63 | a | 68.97 | ab | 69.44 | 2.16 | 0.0398 | * |
| Altura de la planta a los 60 días, (cm) | 79.00 | c | 93.67 | b | 106.67 | a | 96.33 | b | 93.91 | 1.93 | <.0001 | ** |
| Cobertura basal de la planta a los 30 días, (%) | 42.83 | b | 45.50 | b | 50.67 | a | 45.33 | b | 46.08 | 3.53 | 0.0058 | ** |
| Cobertura basal de la planta a los 60 días, (%) | 58.33 | a | 62.00 | a | 67.50 | a | 58.67 | a | 61.63 | 5.90 | 0.0666 | n.s. |
| Cobertura aérea de la planta a los 30 días, (%) | 59.83 | c | 69.17 | ab | 73.67 | a | 64.83 | b | 66.87 | 3.76 | 0.0026 | ** |
| Cobertura aérea de la planta a los 60 días, (%) | 90.00 | b | 100.00 | a | 100.00 | a | 94.00 | b | 96.00 | 2.17 | 0.0026 | ** |
| Tiempo de prefloración , (días) | 69.33 | a | 60.33 | b | 54.00 | b | 61.67 | b | 61.33 | 4.06 | 0.0018 | ** |
| Número de tallos por planta , (n) | 119.87 | d | 136.80 | b | 146.13 | a | 129.07 | c | 132.96 | 1.55 | <.0001 | ** |
| Número de hojas por planta, (n) | 11.90 | b | 12.70 | b | 14.20 | a | 12.70 | b | 12.87 | 2.77 | 0.0013 | ** |
| Producción de forraje verde ,(Tn/ha/corte) | 55.67 | c | 97.00 | ab | 104.67 | a | 89.67 | b | 85.00 | 5.77 | 0.0001 | ** |
| Producción de materia seca ,(Tn/ha/corte) | 10.58 | c | 18.57 | ab | 20.21 | a | 16.97 | b | 16.58 | 3.84 | <.0001 | ** |

Fuente: Abarca, J. (2010).

C0: (Tratamiento Testigo sin casting); C6 (6 Th/ha de casting); C7 (7 Th/ha de casting); C8 (8 Th/ha de casting); Letras iguales no difieren estadísticamente; Tukey ($P \leq 0.05$). Prob: Probabilidad; CV: Coeficiente de variación %.: Diferencia significativa en los medios de los tratamientos; Sig. (Significancia); x (media); ** Diferencias altamente significativa.

En tanto que en el análisis de regresión se presentó una línea de tendencia cúbica altamente significativa ($P \leq 0.01$), en el cual se determina que a medida que se utiliza de 6 a 7 Tn/ha de casting la altura de planta se incrementa en 22.92 unidades por cada nivel empleado a partir de este nivel se nota una disminución de la altura 1.647 unidades, entre los niveles de casting y la altura se da una relación alta de 97.00 % (gráfico 14), esto se debe a lo que señala en <http://www.infoagro.com> (2007), quien manifiesta que los abonos orgánicos mejoran las características de las plantas, que tendrán mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos y mejorar sus índices productivos, es decir que a medida que se incrementa los cortes, igualmente la altura responde con mejores promedios.

En los estudios realizados por Cruz, M. (2008), al estudiar a la maralfalfa a los 75 días de corte utilizando una fertilización de un tratamiento a base de 90 N – 120 P – 30 K logra alturas de 133.70 cm, en <http://www.sedarh.gov.mx>. (2006), indica que este pasto alcanza una altura de 2.50 m a los 75 días de corte, en cambio Molina S, (2005), señala que el pasto puede alcanzar una altura de 4.00 m a los 90 días con una fertilización adecuada, estas alturas resultan superiores a la estudiada debiéndose a las condiciones ambientales donde se realizaron las distintas investigaciones ya que la mayor parte de ellas se localizan en la región trópico , así como a la edad de corte y tipo de fertilización aplicada y de acuerdo a Correa, H. (2005), indica que además que los macronutrientes como el N y P están interrelacionados entre sí, y se complementan en el desarrollo de la planta.

2. Cobertura basal

a. A los 30 días

En el estudio de esta variable se presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), con la utilización del tratamiento C7 (7 Tn/ha casting) se registró la mayor cobertura basal (50.67 %), valor que es altamente significativo ($P \leq 0.01$) del tratamiento control con el cual señala un valor promedio de 42.38 %; así entre los tratamientos C6 (6 Tn/ha casting), C8 (8 Tn/ha casting) y C0 no existe diferencias estadísticas, esto se da posiblemente a lo determinado en

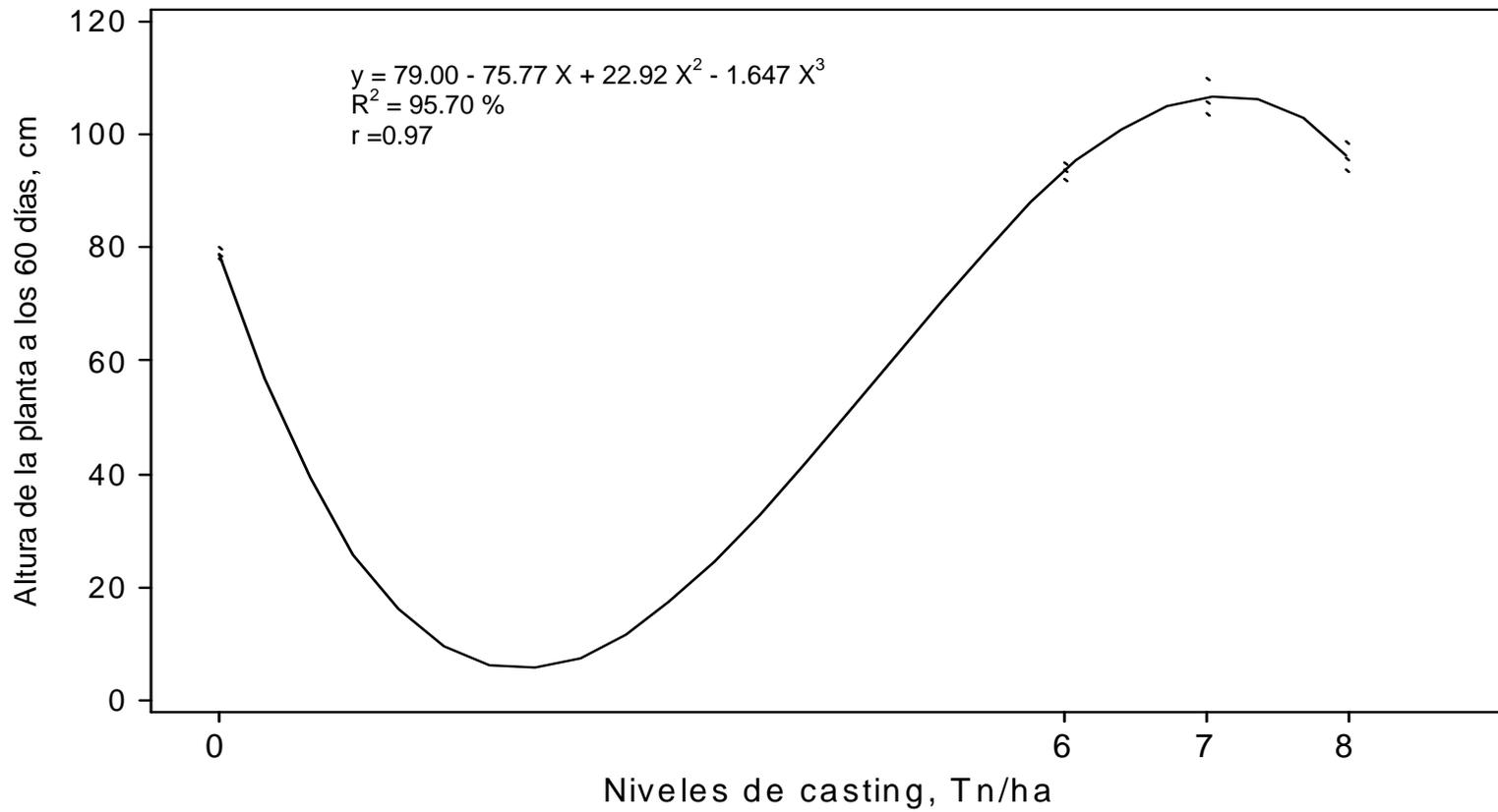


Gráfico 14. Análisis de regresión y correlación de la altura (cm) a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting.

<http://www.agroforestalsanremo.com>. (2009), en donde se menciona que los abonos orgánicos estimula el crecimiento de la planta al acelerar la división celular, elevando el grado de desarrollo en el sistema radicular.

b. A los 60 días

En relación a la cobertura basal a los 60 días no existió diferencias significativas ($P < 0.05$), registrándose solo diferencias numéricas siendo la mayor cobertura para el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con 67.50%, seguido por los tratamientos C6 (6 Tn/ha casting) y C8 (7 Tn/ha casting) con 62.00 % y 58.67 %, para finalmente ubicarse el tratamiento testigo con 58.33%, como se puede señalar el abono orgánico casting si influyó en la planta ya que posee todos los elementos esenciales para la nutrición de las plantas acompañado de una flora bacteriana importante que permite la recuperación de sustancias nutritivas retenidas en el terreno, mejorando su cobertura basal siendo que este valor resulte superior en comparación con el segundo corte.

3. Cobertura aérea

a. A los 30 días

A la edad de 30 días el pasto maralfalfa registró la mayor cobertura con el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con 73.67 %, valor que registra diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), del tratamiento control, con el cual se alcanzó 59.83 %, esto posiblemente se deba a que los nutrientes del casting influyeron en la formación de la cobertura aérea de esta especie forrajera, lo que puede ser efecto a lo que señala Bollo, E. (2006), quien reporta que este tipo de abono permite en el suelo mejoras físicas y aumenta la capacidad de retención de humedad, para que las plantas puedan aprovechar de mejor manera los nutrientes aportados al suelo.

b. A los 60 días

La cobertura aérea a los 60 días de investigación aplicando diferentes niveles de

casting se reportó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), en la cual la mayor cobertura aérea se determina con los tratamientos C7 (7 Tn/ha de casting) y C6 (6 Tn/ha de casting) con un 100 %, para finalmente ubicarse los tratamientos de menor cobertura aérea para el C8 (8 Tn/ha de casting) y C0 con 94.00 y 90.00 % a la vez estos dos tratamientos son estadísticamente similares, debiéndose a lo que señala en <http://www.infojardin.com>. (2006), donde indica que el casting es una sustancia muy especial y beneficiosa para el suelo y para la planta, por cuanto aporta nutrientes minerales lentamente para las plantas a medida que se descompone (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, etc.) a la vez que produce activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia, elevándose consecuentemente la producción de forraje.

4. Tiempo a la prefloración (días)

En relación al tiempo de prefloración (gráfico 15) al fertilizar las parcelas con diferentes niveles de casting se evaluó como el mayor tiempo al aparecer este estado fenológico de la planta el tratamiento C0 con 69.33 días el cual difiere estadísticamente ($P \leq 0.01$), de los demás tratamientos; siendo el C8 (8 Tn/ha de casting) con 61.67 días, seguido por el tratamiento C6 (6 Tn/ha de casting) con 60.33 días para finalmente ubicarse el menor tiempo en aparecer la prefloración para el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con 54.00 días, diferencias que pueden deberse a lo señalado en <http://www.infoagro.com>. (2007), donde reporta que el abono orgánico tiene un elevado contenido de aminoácidos libres, lo cual significa que actúa como activador del desarrollo vegetativo y mejora las características del suelo mejorando su textura, fertilidad, capacidad de retener humedad por más tiempo etc.

Al respecto con <http://www.proyectosagropecuarios.com>. (2010), menciona que el pasto maralfalfa registró a la prefloración a los 48 días, esto puede deberse a que el estudio en comparación evaluó al pasto maralfalfa sin la aplicación de fertilización a diferencia de esta investigación de manera que se demuestra las bondades de los biofertilizantes en la producción de los pastos incidiendo principalmente en su ciclo vegetativo.

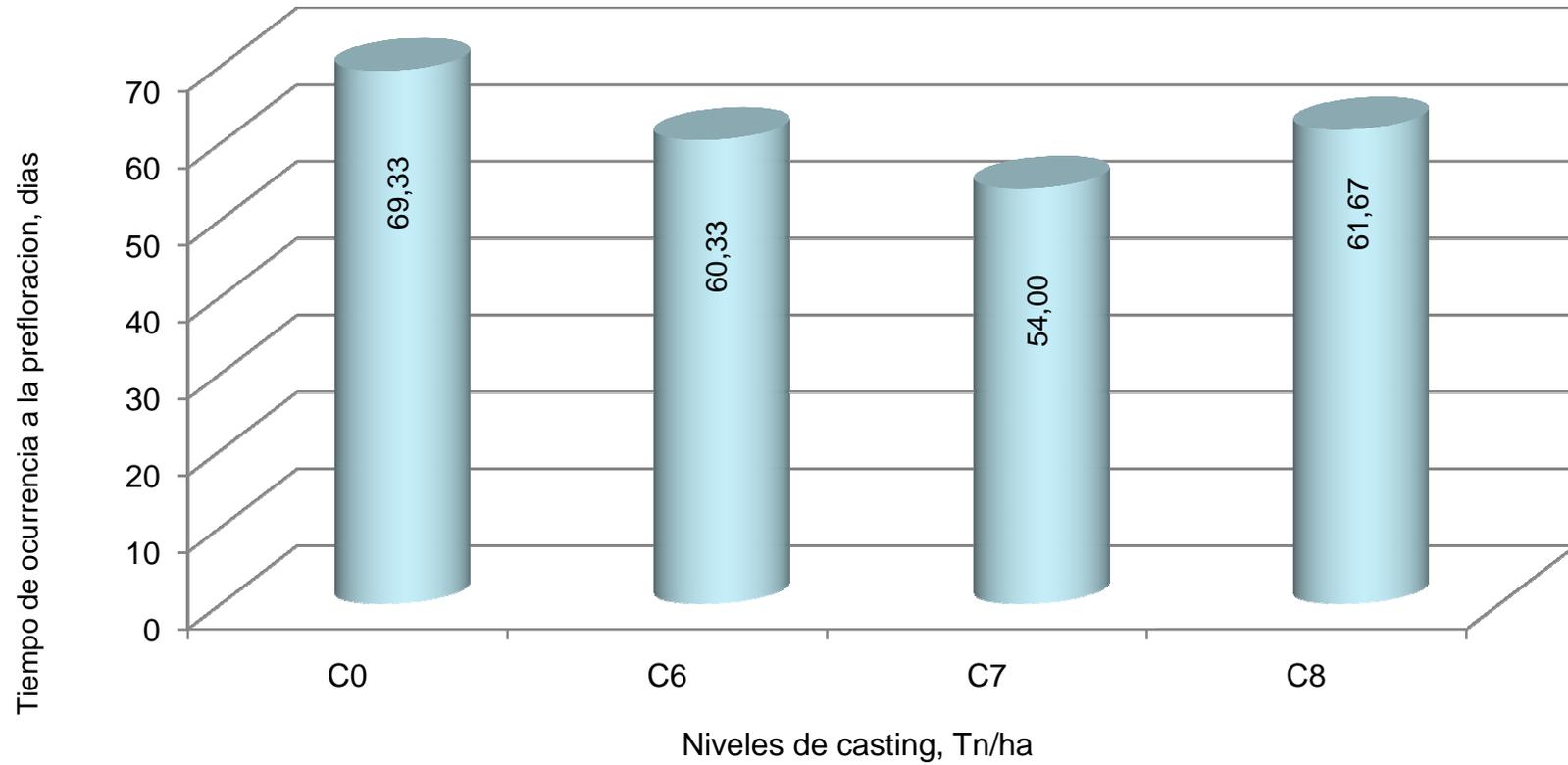


Gráfico 15. Días a la prefloración en el segundo corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

5. Número de tallos por planta

En los estudios realizados en la aplicación de diferentes niveles de casting en las parcelas en relación al número de tallos, se registró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), en la cual se menciona que el tratamiento con mayor número de tallos por planta se da en el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con 146.13 tallos/planta, seguido por el tratamiento C6 (6 Tn/ha de casting) con 136.80 tallos/planta, luego tenemos el tratamiento C8 (8 Tn/ha de casting) con 129.07 tallos/planta para finalmente ubicarse el tratamiento testigo con 119.87 tallos/planta, ya que la aplicación de casting contienen hormonas vegetales como las gibberelinas que promueven el crecimiento de las hojas, tallos, floración y el de la raíz lo que hace que estimulan los procesos biológicos de la planta, así como en la rápida solubilidad y asimilación de los nutrientes del suelo.

6. Número de hojas por tallo

El número de hojas por planta de la maralfalfa presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), determinándose con el tratamiento con mayor hojas por tallo el C7 (7 Tn/ha de casting) con 14.20 hojas/tallo, seguido por los tres tratamientos que al mismo tiempo no presenta diferencias significativas entre si ($P < 0.05$), siendo el C6 (6 Tn/ha de casting) con 12.70, C8 (8 Tn/ha de casting) y C0 11.90 hojas/planta, ya que el nitrógeno aumenta la renovación de macollos siendo un efecto positivo pues mejora la estructura de la pastura, lo que puede deberse a lo que manifiesta en <http://www.unalmed.edu>. (2003), que los abonos orgánicos son sustancias de naturaleza ácida, que da al suelo una mejor estructura a la vez que suministra sustancias nitrogenadas indispensables para el desarrollo de las plantas adquieren con mayor facilidad los nutrientes que necesitan para su crecimiento y producción.

7. Producción de forraje verde, (Tn/ha/corte)

En el estudio de la producción de forraje verde se determinó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos C7 (7 Tn/ha de casting) con 104.67 Tn/ha/corte en relación con el tratamiento testigo C0 con 55.67 Tn/ha/corte. De la

misma manera se presentan los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) y C8 (8 Tn/ha de casting) en relación al tratamiento testigo con medias de 97.00, 89.67 y 55.67 Tn/ha/corte, como se puede apreciar estas producciones son superiores en relación al primer corte (gráfico 16), debiéndose posiblemente a lo descrito en <http://articulos.infojardin.com>. (2009), donde afirma que los abonos orgánicos muestran una acción lenta, porque antes los nutrientes se tienen que ir liberando a medida que los microorganismos los descomponen para ponerlos a disposición de las raíces y sea aprovechada conforme va pasando el tiempo.

En el análisis de regresión (gráfico 17), se registra una línea de tendencia cúbica altamente significativa ($P \leq 0.01$), en la cual se demuestra que con la aplicación de 6 a 7 Tn/ha de casting se da un aumento de la producción de forraje verde de 18.71 unidades a partir de este nivel se nota una disminución de la producción de forraje, obteniendo una correlación alta de 98.00%, esto se debe a lo señalado en <http://www.ffo-sa.com>. (2008), que el uso de abonos orgánicos permite aplicar cantidades en forma uniforme; esto es especialmente importante para aquellos nutrientes requeridos en bajas proporciones por el vegetal, y que si se aplicasen al suelo de manera convencional nos podrían generar problemas de toxicidad por exceso.

Cruz, M. (2008), al ocupar una fertilización con 30 Kg/ha de fósforo a la edad de corte de 135 días indica producciones de 94.94 Tn/ha/corte, como se puede determinar estas producciones resultan inferiores a la reportadas en esta investigación por que se corto a la etapa de prefloración mientras que este autor lo realizo a los 135 días, también se debe posiblemente a que la utilización de los abonos orgánicos mejoran las disponibilidad de los nutrientes para la planta y con el agua se movilizan asimilándose en mayor cantidad, además de ser el pasto maralfalfa una especie con un grado de absorción eficiente y que permite reducir progresivamente los nutrientes del suelo. (Correa, H. 2005), manifiesta que los abonos orgánicos permanecen por más tiempo teniendo una acción lenta, pues proporcionan los diferentes elementos a las plantas a medida que las bacterias los descomponen siendo mejor aprovechados por las plantas en relación a los abonos inorgánicos que se volatilizan rápidamente.

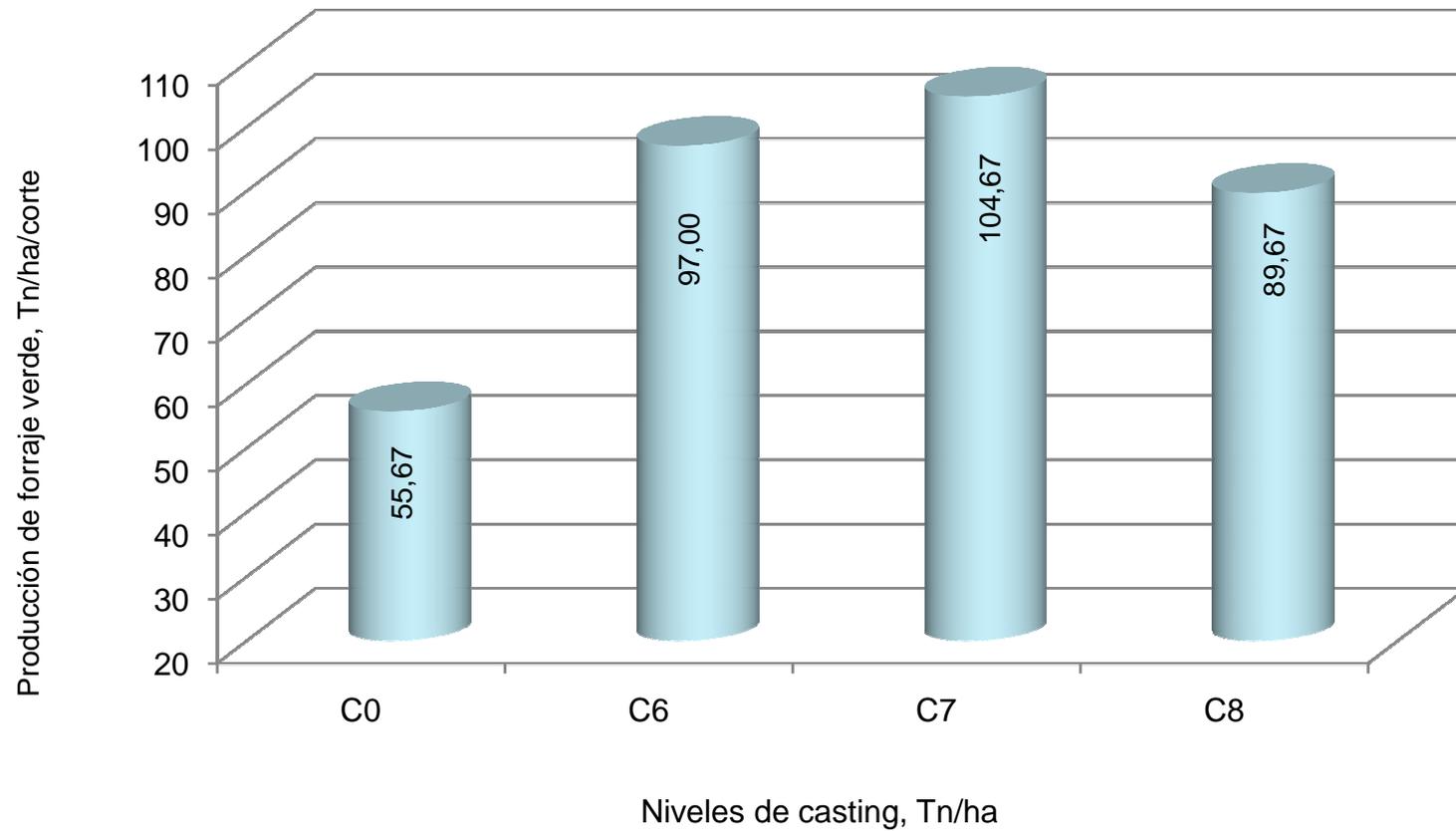


Gráfico 16. Producción de forraje verde (Tn/ha/corte) en el segundo corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

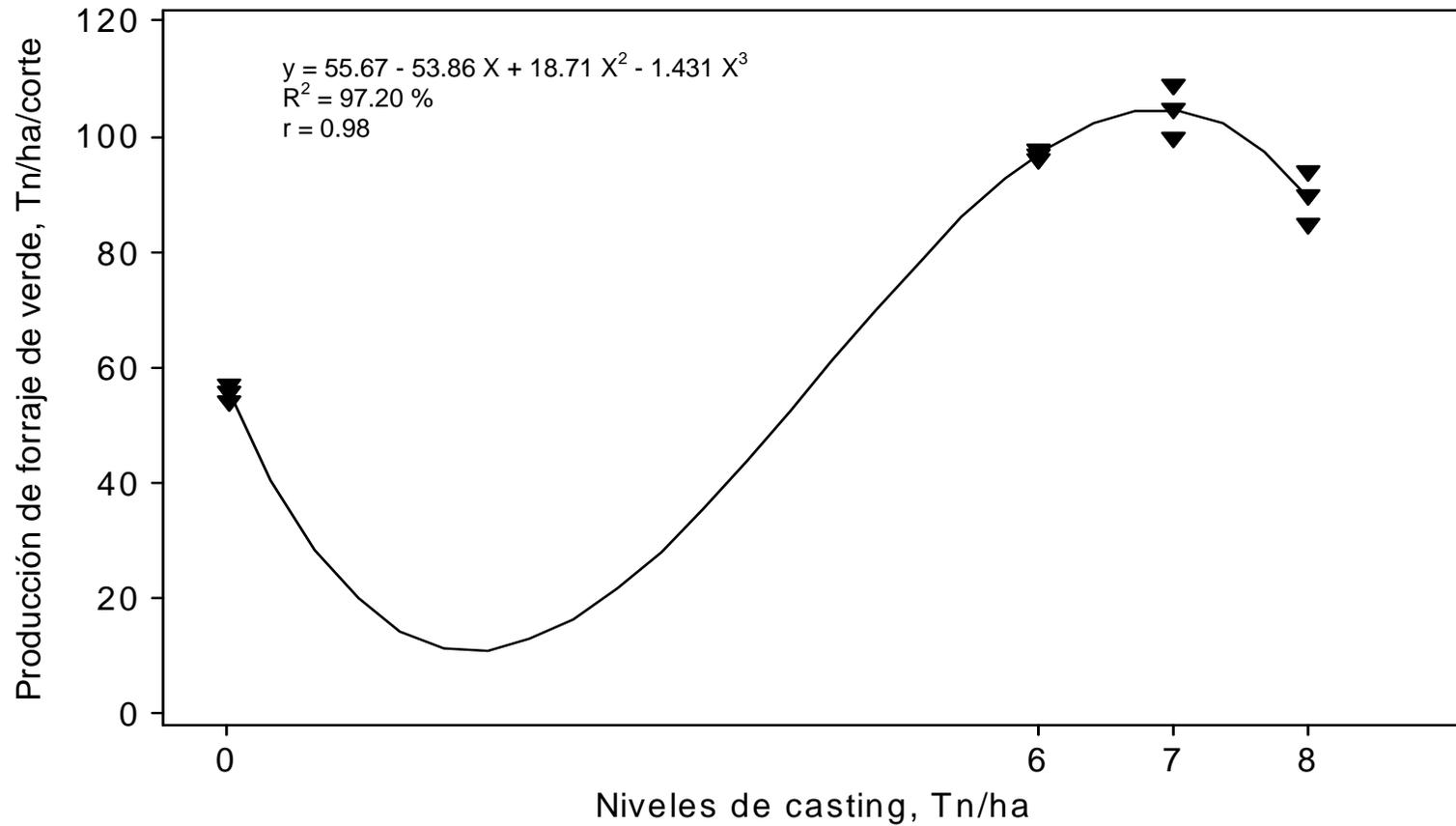


Gráfico 17. Análisis de regresión y correlación de la producción de forraje verde (Tn/ha/corte) en prefloración de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting.

8. Producción de materia seca, (Tn/ha/corte)

Los resultados de la producción de materia seca (gráfico 18), registran diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con 20.21 Tn/ha/corte y el testigo C0 con 10.58 Tn/ha/corte. Los tratamientos C6 (6 Tn/ha de casting) y C8 (8 Tn/ha de casting) no presentan diferencias significativas con valores de 18.57 y 16.97 Tn/ha/corte en su orden, esto se debe a lo mencionado en <http://www.infoagro.com> (2007), donde reporta que el abono orgánico aporta microorganismos útiles al suelo teniendo un elevado contenido de aminoácidos libres y sirve a su vez de soporte y alimento de los microorganismos, lo cual significa que actúa como activador del desarrollo vegetativo.

En el análisis de regresión se presentó una línea de tendencia cúbica altamente significativa ($P \leq 0.01$), en el cual se demuestra que cuando se aplica a la parcelas de maralfalfa niveles de 6 a 7 Tn/ha de casting la producción de materia seca mejora en 4.082 unidades por cada nivel empleado, a partir de estos niveles se nota una disminución de esta variable en 0.3106 unidades, se determina una relación alta de 98.00 % (gráfico 19), esto se debe posiblemente a lo que manifiesta, <http://lombricultivos.com>. (2008), que el casting posee altos porcentajes de ácidos húmicos y fúlvicos, su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta 5 años.

Heredia, N. (2006), en el cantón Cayambe en su investigación con maralfalfa con fertilización inorgánica con 30 Kg/ha de nitrógeno en 0.60 cm de distancia de siembra reportó una producción de 56.90 Kg/ha/corte, esta producción resulta mayor a la investigada esto se deba a lo determinado por el mismo autor que a menor distancia de siembra el espacio de suelo expuesto al sol es menor y la evaporación potencial se reduce por lo que la eficiencia de aprovechamiento del nitrógeno es mayor.

La ventaja del pasto maralfalfa está principalmente en su capacidad de mantener su producción en épocas de déficit hídrico, esta particularidad se puede atribuir a

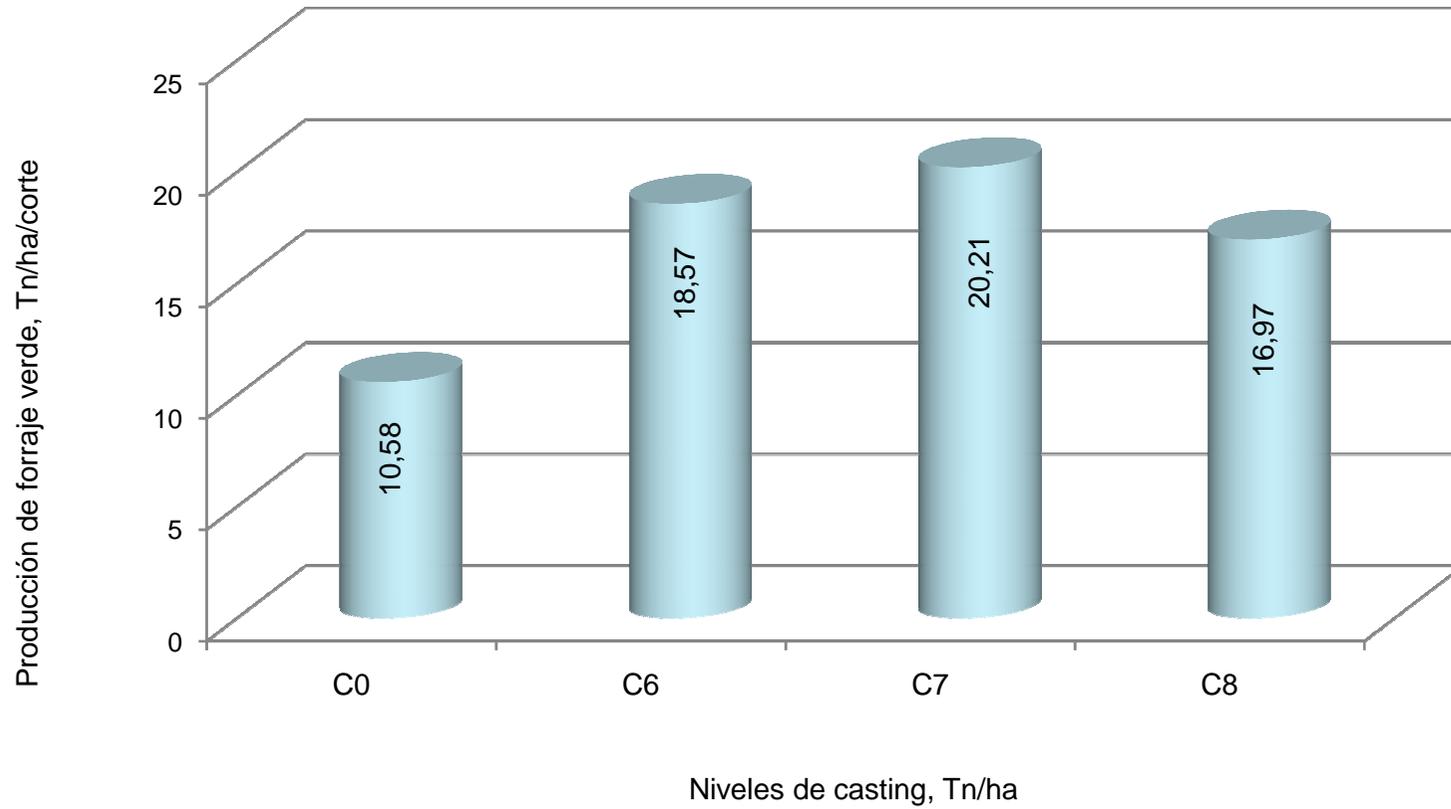


Gráfico 18. Producción de materia seca (Tn/ha/corte) en el segundo corte de evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), por efecto de la utilización de fertilización con diferentes niveles de casting.

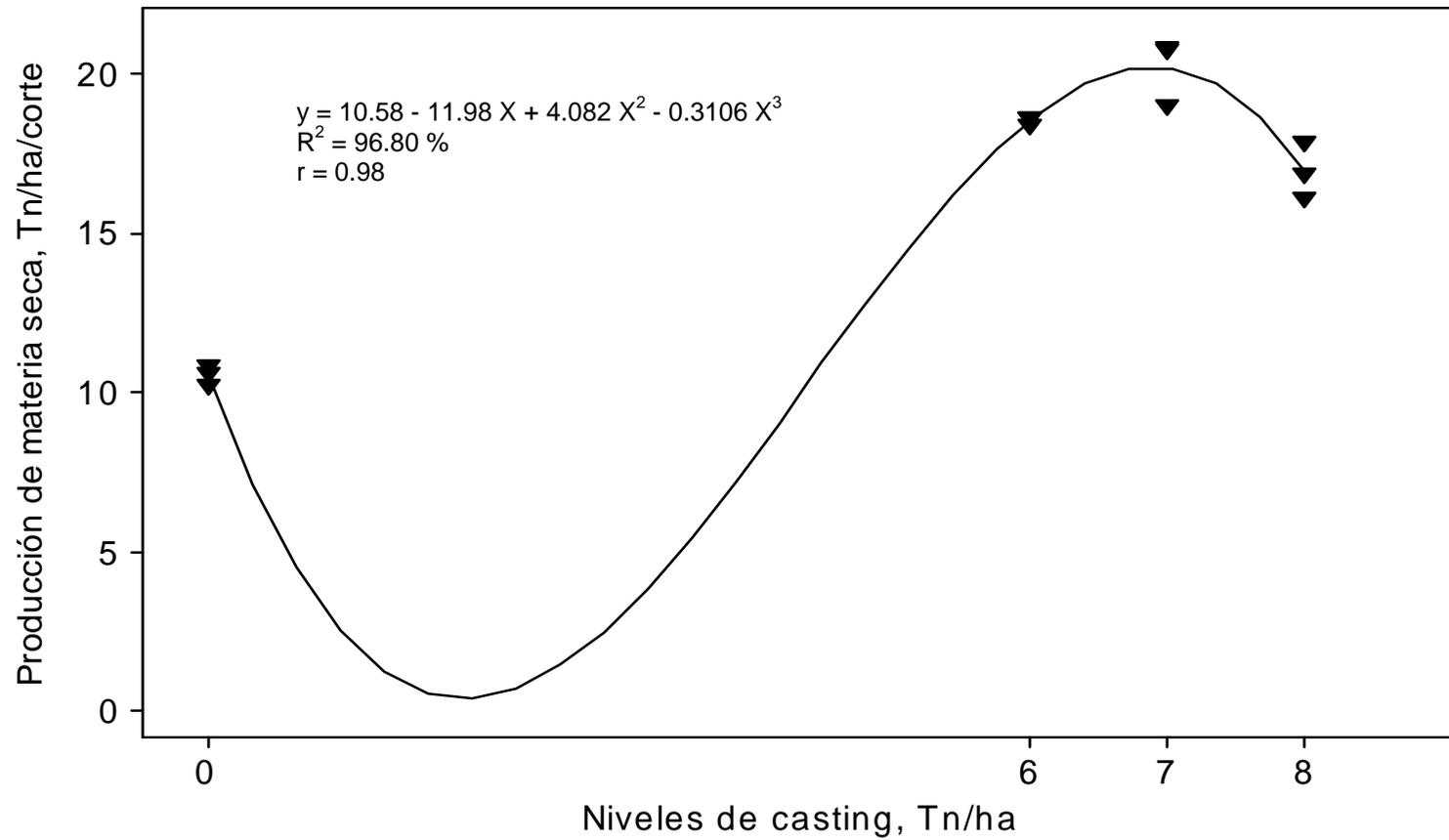


Gráfico 19. Análisis de regresión y correlación de la producción de materia seca (Tn/ha/corte) en prefloración de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometida a la fertilización con diferentes niveles de casting.

que es una planta forrajera tropical y posee características propias de un pennisetum como el king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) o el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), lo cual significa que los productores pueden recurrir a la producción de este pasto para evitar su desabastecimiento en la época seca.

C. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE DE LA MARALFALFA (*Pennisetum sp*) POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN UTILIZANDO CASTING

Al realizar el análisis económico del beneficio/costo en la producción de forraje verde en la prefloración de este pasto, la mayor rentabilidad fue registrada en las parcelas fertilizadas con el tratamiento C7 (7 Tn/ha casting), con el cual se obtuvo un beneficio/costo de 3.17 USD lo que significa que por cada dólar invertido se recibirá una beneficio/costo de 2.17 USD, seguido por el C6 (6 Tn/ha casting) con 2.79 USD, el C8 (8 Tn/ha casting) con 2.47 USD para finalmente ubicarse el testigo con 1.64 USD, esto demuestra que la producción forrajera que se consiguió en el presente estudio permitió alcanzar valores de rentabilidad altos en todos los tratamientos (cuadro 11).

Cuadro 11. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE DE LA MARALFALFA (*Pennisetum sp*)
 POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN UTILIZANDO CASTING.

| Parámetros | | TRATAMIENTOS | | | |
|---|---|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | | C0 | C6 | C7 | C8 |
| Mano de obra | 1 | 1680 | 1680 | 1680 | 1680 |
| Costo de Establecimiento | | 1040 | 1176 | 1324 | 1178 |
| Herramientas | 2 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Casting | 3 | 0 | 352.66 | 529.27 | 588.71 |
| Uso del suelo | | 500 | 500 | 500 | 500 |
| Transporte | | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Total de Egresos | | 3520 | 4008.66 | 4333.27 | 4246.71 |
| Producción de forraje, Tn/ha/corte | | 55.5 | 95.17 | 103.84 | 88.99 |
| Días a la prefloración | | 70.17 | 62.1 | 55.17 | 62 |
| Número de cortes al año | | 5.2 | 5.88 | 6.62 | 5.89 |
| Producción forraje verde, Tn/ha/año | 4 | 288.69 | 559.37 | 687 | 523.89 |
| Ingreso por venta de forraje, \$ | | 5773.8 | 11187.4 | 13740 | 10477.8 |
| Beneficio/Costo | | 1.64 | 2.79 | 3.17 | 2.47 |

Fuente : Abarca, J. (2010).

1: Jornal \$140 mensuales, para el año suma de fertilizaciones (a)+labores (b)+cortes (c).

2: Costo por herramientas 150

3: Costo del casting : C6 : \$ 80 * el número de cortes al año, C7 : \$ 100 , C8 : \$120

4 : Costo por kilogramo 0.02

V. CONCLUSIONES

- La fertilización con diferentes niveles de casting aplicados al pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) a los 30 días de estudio la altura no presentó diferencias estadísticas significativa ($P>0.05$), solo numéricamente siendo la mejor para el C7 (7 Tn/ha de casting) con 70.80 cm, en tanto que en el segundo corte existió diferencias significativas ($P\leq 0.05$), siendo la mayor altura el mismo tratamiento con 71.63 cm.
- La altura de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) a los 60 días de estudio presento diferencias estadísticas altamente significativas ($P\leq 0.01$), en el primer y segundo corte con 105.00 y 106.67 cm aplicándose 7 Tn/ha de casting.
- La producción de forraje verde y materia seca en prefloración se registró en el primer y segundo corte como el mejor rendimiento para el tratamiento C7 (7 Tn/ha de casting) con 103.00, 20.60, 104.67 y 20.21 Tn/ha/corte.
- El menor tiempo de ocurrencia a la prefloración del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) al aplicar el tratamiento de 7 Tn/ha de casting reportó los mejores resultados tanto para el primer corte con 56.33 días, así como para el segundo corte con 54.00 días.
- El indicador económico de beneficio/costo fue rentable para todos los tratamientos siendo el mejor para el tratamiento 7 Tn/ha de casting con 3.17 USD lo que quiere decir que por cada dólar invertido en la producción de forraje se obtienen una rentabilidad de 2.17 dólares.

VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar la fertilización orgánica mediante la aplicación del tratamiento (7 Tn/ha de casting) el cual garantiza obtener un mayor rendimiento productivo y económico al producir maralfalfa (*Pennisetum sp*).
- Realizar investigaciones que generen una mayor información sobre la calidad nutritiva del pasto y que sea probado en diferentes especies de animales zootécnicos.
- Promover el uso de los biofertilizantes en los sistemas de producción forrajera ya que estos garantizaran un eficiente rendimiento productivo y económico al ganadero.
- Realizar el análisis de suelos antes y después de la incorporación de materia orgánica para determinar el efecto residual de los tratamientos sobre el cultivo de maralfalfa.

VII. LITERATURA CITADA

1. BIBLIOTECA DEL CAMPO. 2002. Manual técnico de la fijación del nitrógeno. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. pp: 10-35
2. CANDO. M. 1996. La crianza de lombriz roja. Quito. Ecuador.
3. CORREA, H. 2005. Pasto Maralfalfa: "Mitos y Realidades I", Primera edición Medellín – Colombia. Edit. Universidad Nacional de Colombia, pp: 4, 25.
4. CRUZ, B. 2009. Micorrización en la conservación de los bosques. Revista Científica Multidisciplinaria de la Universidad Autónoma del Estado de México. pp: 159.
5. CRUZ, M. 2008. Evaluación del potencial forrajero del pasto maralfalfa *Pennisetum violaceum* con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo con una base estándar de potasio. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. pp: 58.
6. DOMÍNGUEZ, A. 1998, Abonos Minerales, 7a ed. Madrid – España. Edit. Ministerio de Agricultura. Pp: 140 - 145.
7. <http://ajonjoli.sian.info.ve>. 2003. LÓPEZ, J. Calidad del humus según regiones.
8. <http://ambientalnatural.com>. 2008. CALDERÓN, P. Fertilizantes orgánicos.
9. <http://articulos.infojardin.com>. 2009. AVALOS, L. Composición de los abonos orgánicos.
10. <http://bioabitat.terra.org>. 2009. ROMERO, G. Obtención del humus orgánico.

11. <http://club.telepolis.com>. 2004. PAUCAR, P. Importancia de los abonos orgánicos.
12. <http://es.wikipedia.org>. 2008. BONILLA, D. Fertilizantes foliares.
13. <http://es.wikipedia.org>. 2009. RUIZ, T. Abono orgánico.
14. <http://lombricultivos.com>. 2008. Citando a HEREDIA, N. (2006). La lombricultura en el siglo XXI.
15. <http://pastomaralfalfa.wordpress.com>. 2009. RODRÍGUEZ, V. Características del pasto Maralfalfa.
16. <http://www.agroforestalsanremo.com>. 2009. ZABALA, R. Descomposición de residuos orgánicos.
17. <http://www.astromia.com>. 2001. CRUZ T. Composición orgánica del suelo.
18. <http://www.biotri-ton.com>. 2008. ESPINOZA, A. Uso de micorrizas.
19. <http://www.colprocah.com>. 2009. FIERRO, F. Aireación.
20. <http://www.espe.edu.ec>. 2008. CEVALLOS, G. Maralfalfa.
21. <http://www.ffe-sa.com>. 2008. ALARCÓN, S. Ventajas de la fertilización foliar.
22. <http://www.fitv.cl>. 2006. Citando a BOLLO, E. Humus de lombriz y su aplicación.
23. <http://www.fortunecity.es>. 2002. CALLE, Z. Fertilización del suelo y su importancia.
24. <http://www.fortunecity.es>. 2002. ERAZO, W. Humificación del suelo.

25. <http://www.fubiomi.org.do/articulos.php> 2008. GUEVARA, M. Beneficios del casting.
26. <http://www.heniheny.googlepages.com>.2008. CAMPOS, Y. Pasto Maralfalfa.
27. <http://www.infoagro.com>. 2003. TOCKER, R. Acción de los abonos.
28. <http://www.infoagro.com>. 2005. VIMOS, F. Producción de forraje.
29. <http://www.infoagro.com>. 2007. Citando a CERVANTES. M. (2007). Abonos orgánicos.
30. <http://www.infoagro.com>. 2008. SAÑUDO A.; Producción de casting.
31. <http://www.infojardin.com>. 2006. BAYAS, A. Clasificación de los suelos.
32. <http://www.infojardin.com>. 2010. SALVADOR, F. Determinación de la humedad.
33. <http://www.infonaturalenviro.com>. 2007. SURAI, G. Ventajas y desventajas del uso de abonos orgánicos.
34. <http://www.ingoagro.com.ar>. 2010. GONZÁLEZ, A. Aprovechamiento de minerales del suelo.
35. <http://www.monografias.com>. 2006. Citando a VALENZUELA, T. Los microorganismos.
36. <http://www.monografias.com>. 2008. Citando a URBANO. D. Estiércol y abono orgánico.
37. <http://www.monografias.com>. 2009. Citando a OCHOA. J. Beneficios casting.

38. <http://www.monografias.com>. 2010. Citando a NIGOUL M. Formas de elaborar los diferentes abonos orgánicos.
39. <http://www.mundo-pecuario.com>. 2003. NILSON, A. Estudio del suelo agrícola.
40. <http://www.produccion.com.ar>. 2009. PERALTA, M. Crecimiento de la Maralfalfa.
41. <http://www.profesorenlinea.com>. 2005. SANTAMARÍA, R. La ciencia del suelo.
42. <http://www.proyectosagropecuarios.com>. 2010. SEGURA, C. Producción forrajera.
43. <http://www.sagangea.org>. 2002. BARRAGÁN, J. Abonos orgánicos.
44. <http://www.sedarh.gov.mx>. 2006. TELLEZ, V. Los abonos agros ecológicos.
45. <http://www.semillasdemaiz.com>. 2007. SÁNCHEZ, J. Fertilización foliar.
46. <http://www.simas.org>. 2009. RIVERA, A. Importancia del riego.
47. <http://www.spikerwormandcasting>. 2008. LONG S. Casting.
48. <http://www.uce.edu.ec>. 2009. MORALES, M. Biofertilizantes.
49. <http://www.uce.edu.ec>. 2010. Citando a RAMÍREZ. Y. (2006). Estudios de la evaluación bromatológica del pasto Maralfalfa.
50. <http://www.unalmed.edu>. 2003. RecycleWorks. El abono orgánico.
51. MOLINA, S. 2005. Evaluación agronómica y bromatológica del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) cultivado en el valle del sinú.

52. ROMERO, J. 2010. Evaluación del grado de adaptación y utilización de biofertilizantes en la producción de forraje del Maralfalfa *Pennisetum sp* en la Estación Experimental Tunshi. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. p 35.

53. TRINIDAD, A. 2008. Abonos orgánicos. Secretaria de Agricultura. Ganadería. Desarrollo Rural. Pesca y Alimentación SEGARPA México. Archivo de Internet A-06-1.pdf.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico de la altura (cm), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|--------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 58.60 | 69.90 | 61.60 | 200.10 | 66.70 |
| C6 | 69.90 | 67.80 | 67.70 | 205.40 | 68.47 |
| C7 | 71.60 | 70.40 | 70.40 | 212.40 | 70.80 |
| C8 | 68.50 | 65.40 | 71.60 | 199.30 | 66.43 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|-----------------------------|-------|--------------|-------------|--------|--------|
| Total | 11 | 146.8000000 | | | |
| Tratamientos | 3 | 36.48666667 | 12.16222222 | 0.70 | 0.5866 |
| Bloques | 2 | 5.73500000 | 2.86750000 | 0.16 | 0.8520 |
| Error | 6 | 104.5783333 | 17.4297222 | | |
| Media | | 68.10000 | | | |
| C. V % | | 6.130531 | | | |
| Desviación Estándar | | 4.174892 | | | |
| Coficiente de Determinación | | 0.287614 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 70.80 | 4 | A |
| C6 | 68.47 | 4 | A |
| C0 | 66.70 | 4 | A |
| C8 | 66.43 | 4 | A |

Anexo 2. Análisis estadístico de la cobertura basal (%), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|--------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 41.50 | 41.00 | 40.50 | 123.00 | 41.00 |
| C6 | 43.00 | 43.50 | 43.50 | 130.00 | 43.36 |
| C7 | 47.50 | 46.50 | 48.00 | 142.00 | 47.33 |
| C8 | 43.00 | 41.50 | 42.50 | 127.00 | 42.33 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|-------|--------------|-------------|--------|--------|
| Total | 11 | 70.00000000 | | | |
| Tratamientos | 3 | 67.00000000 | 22.33333333 | 63.06 | <.0001 |
| Bloques | 2 | 0.87500000 | 0.43750000 | 1.24 | 0.3554 |
| Error | 6 | 2.12500000 | 0.35416667 | | |
| Media | | 43.50000 | | | |
| C. V % | | 1.368090 | | | |
| Desviación Estándar | | 0.595119 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.969643 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 47.33 | 4 | A |
| C6 | 43.36 | 4 | B |
| C8 | 42.33 | 4 | BC |
| C0 | 41.00 | 4 | C |

Anexo 3. Análisis estadístico de la cobertura aérea (%), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|--------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 58.50 | 59.00 | 59.50 | 177.00 | 59.00 |
| C6 | 67.50 | 67.50 | 68.00 | 203.00 | 67.67 |
| C7 | 71.00 | 69.50 | 68.50 | 209.00 | 69.67 |
| C8 | 64.50 | 63.00 | 67.00 | 194.50 | 64.83 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|-------|--------------|------------|--------|--------|
| Total | 11 | 205.7291667 | | | |
| Tratamientos | 3 | 193.7291667 | 64.5763889 | 38.91 | 0.0003 |
| Bloques | 2 | 2.0416667 | 1.0208333 | 0.62 | 0.5715 |
| Error | 6 | 9.9583333 | 1.6597222 | | |
| Media | | 65.29167 | | | |
| C. V % | | 1.973149 | | | |
| Desviación Estándar | | 1.288302 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.951595 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 69.67 | 4 | A |
| C6 | 67.67 | 4 | B |
| C8 | 64.83 | 4 | B |
| C0 | 59.00 | 4 | C |

Anexo 4. Análisis estadístico de la altura (cm), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 70.00 | 80.70 | 82.40 | 233.10 | 77.70 |
| C6 | 90.70 | 91.30 | 93.00 | 275.00 | 91.67 |
| C7 | 106.00 | 105.00 | 104.00 | 315.00 | 105.00 |
| C8 | 90.00 | 98.00 | 95.00 | 283.00 | 94.33 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|------------|--------|--------|
| Total | 11 | 1264.662500 | | | |
| Tratamientos | 3 | 1136.769167 | 378.923056 | 30.79 | 0.0005 |
| Bloques | 2 | 54.045000 | 27.022500 | 2.20 | 0.1925 |
| Error | 6 | 73.848333 | 12.308056 | | |
| Media | | 92.17500 | | | |
| C. V % | | 3.806112 | | | |
| Desviación Estándar | | 3.508284 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.941606 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|--------|---|-------|
| C7 | 105.00 | 4 | A |
| C6 | 91.67 | 4 | B |
| C8 | 94.33 | 4 | B |
| C0 | 77.70 | 4 | B |

Anexo 5. Análisis estadístico de la cobertura basal (%), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|--------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 57.50 | 56.50 | 54.50 | 168.50 | 56.17 |
| C6 | 64.00 | 62.50 | 62.00 | 188.50 | 62.83 |
| C7 | 63.00 | 65.50 | 64.50 | 193.00 | 64.33 |
| C8 | 60.00 | 61.50 | 61.00 | 182.50 | 60.83 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|---------------------------|------|--------------|------------|--------|--------|
| Total | 11 | 124.7291667 | | | |
| Tratamientos | 3 | 113.5625000 | 37.8541667 | 24.89 | 0.0009 |
| Bloques | 2 | 2.0416667 | 1.0208333 | 0.67 | 0.5457 |
| Error | 6 | 9.1250000 | 1.5208333 | | |
| Media | | 61.04167 | | | |
| C. V % | | 2.020293 | | | |
| Desviación Estándar | | 1.233221 | | | |
| Coeficiente de Determina. | | 0.926841 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 64.33 | 4 | A |
| C6 | 62.83 | 4 | B |
| C8 | 60.83 | 4 | B |
| C0 | 56.17 | 4 | C |

Anexo 6. Análisis estadístico de la cobertura aérea (%), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 89.50 | 87.00 | 86.50 | 263.00 | 87.67 |
| C6 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 300.00 | 100.00 |
| C7 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 300.00 | 100.00 |
| C8 | 96.50 | 95.00 | 89.50 | 281.00 | 93.67 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|-------------|--------|--------|
| Total | 11 | 347.6666667 | | | |
| Tratamientos | 3 | 315.3333333 | 105.1111111 | 32.07 | 0.0004 |
| Bloques | 2 | 12.6666667 | 6.3333333 | 1.93 | 0.2250 |
| Error | 6 | 19.6666667 | 3.2777778 | | |
| Media | | 95.33333 | | | |
| C. V % | | 1.899087 | | | |
| Desviación Estándar | | 1.810463 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.943432 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|--------|---|-------|
| C7 | 100.00 | 4 | A |
| C6 | 100.00 | 4 | A |
| C8 | 93.67 | 4 | B |
| C0 | 87.67 | 4 | C |

Anexo 7. Análisis estadístico del tiempo de ocurrencia a la prefloración (días), en la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|--------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 68.00 | 70.00 | 75.00 | 213.00 | 71.00 |
| C6 | 65.00 | 65.00 | 62.00 | 192.00 | 64.00 |
| C7 | 55.00 | 56.00 | 58.00 | 169.00 | 56.33 |
| C8 | 65.00 | 62.00 | 60.00 | 187.00 | 62.33 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|-------------|--------|--------|
| Total | 11 | 376.9166667 | | | |
| Tratamientos | 3 | 327.5833333 | 109.1944444 | 13.46 | 0.0045 |
| Bloques | 2 | 0.6666667 | 0.3333333 | 0.04 | 0.9600 |
| Error | 6 | 0.6666667 | 8.1111111 | | |
| Media | | 63.41667 | | | |
| C. V % | | 4.490935 | | | |
| Desviación Estándar | | 2.848001 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.870882 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 71.00 | 4 | A |
| C6 | 64.00 | 4 | B |
| C8 | 62.33 | 4 | B |
| C0 | 56.33 | 4 | B |

Anexo 8. Análisis estadístico del número de hojas por tallo (n/hojas/tallo), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 11.70 | 11.90 | 11.90 | 35.50 | 11.83 |
| C6 | 13.30 | 12.10 | 13.40 | 38.80 | 12.93 |
| C7 | 14.50 | 13.80 | 14.00 | 42.30 | 14.10 |
| C8 | 12.20 | 12.20 | 13.50 | 37.90 | 12.63 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|------------|--------|--------|
| Total | 11 | 10.40250000 | | | |
| Tratamientos | 3 | 7.94250000 | 2.64750000 | 10.84 | 0.0078 |
| Bloques | 2 | 0.99500000 | 0.49750000 | 2.04 | 0.2112 |
| Error | 6 | 1.46500000 | 1.46500000 | | |
| Media | | 12.87500 | | | |
| C. V % | | 3.837920 | | | |
| Desviación Estándar | | 0.494132 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.859168 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 14.10 | 4 | A |
| C6 | 12.93 | 4 | B |
| C8 | 12.63 | 4 | B |
| C0 | 11.83 | 4 | B |

Anexo 9. Análisis estadístico del número de tallos (n/tallos/planta), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 111.00 | 109.70 | 110.70 | 331.40 | 110.47 |
| C6 | 128.90 | 125.00 | 125.10 | 379.00 | 126.33 |
| C7 | 147.10 | 141.30 | 130.70 | 419.10 | 139.70 |
| C8 | 122.30 | 121.40 | 121.90 | 365.60 | 121.87 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|-------------|--------|--------|
| Total | 15 | 87.97750000 | | | |
| Tratamientos | 3 | 80.96750000 | 26.98916667 | 41.47 | <.0001 |
| Bloques | 2 | 1.15250000 | 0.38416667 | 0.59 | 0.6367 |
| Error | 9 | 5.85750000 | 0.65083333 | | |
| Media | | 21.26250 | | | |
| C. V % | | 3.794203 | | | |
| Desviación Estándar | | 0.806742 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.933420 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|--------|---|-------|
| C7 | 139.70 | 4 | A |
| C6 | 126.33 | 4 | B |
| C8 | 121.87 | 4 | B |
| C0 | 110.47 | 4 | C |

Anexo 10. Análisis estadístico de la producción de forraje verde (Tn/ha/corte), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|--------|-------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 50.00 | 56.00 | 60.00 | 166.00 | 55.33 |
| C6 | 95.00 | 95.00 | 90.00 | 280.00 | 93.33 |
| C7 | 110.00 | 100.00 | 99.00 | 309.00 | 103.00 |
| C8 | 87.00 | 88.00 | 90.00 | 265.00 | 88.33 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|-------|--------------|-------------|--------|--------|
| Total | 11 | 4000.000000 | | | |
| Tratamientos | 3 | 3854.000000 | 1284.666667 | 53.34 | 0.0001 |
| Bloques | 2 | 1.500000 | 0.750000 | 0.03 | 0.9695 |
| Error | 6 | 144.500000 | 24.083333 | | |
| Media | | 85.00000 | | | |
| C. V % | | 5.773503 | | | |
| Desviación Estándar | | 4.907477 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.963875 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|--------|---|-------|
| C7 | 103.00 | 4 | A |
| C6 | 93.33 | 4 | B |
| C8 | 88.33 | 4 | B |
| C0 | 55.33 | 4 | C |

Anexo 11. Análisis estadístico de la producción de materia seca (Tn/ha/corte), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el primer corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 9.50 | 10.64 | 11.40 | 31.54 | 10.51 |
| C6 | 18.05 | 18.05 | 17.10 | 53.20 | 17.73 |
| C7 | 20.45 | 20.00 | 19.80 | 60.25 | 20.00 |
| C8 | 16.53 | 16.72 | 17.48 | 50.73 | 16.78 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|------------|--------|--------|
| Total | 11 | 168.2112250 | | | |
| Tratamientos | 3 | 162.6520250 | 54.2173417 | 59.33 | <.0001 |
| Bloques | 2 | 0.0759500 | 0.0379750 | 0.04 | 0.9596 |
| Error | 6 | 5.4832500 | 0.9138750 | | |
| Media | | 16.2555 | | | |
| C. V % | | 5.826409 | | | |
| Desviación Estándar | | 0.955968 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.967403 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 20.00 | 4 | A |
| C6 | 17.73 | 4 | B |
| C8 | 16.78 | 4 | B |
| C0 | 10.51 | 4 | C |

Anexo 12. Análisis estadístico de la altura (cm), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|--------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 65.20 | 68.40 | 67.20 | 200.80 | 66.93 |
| C6 | 70.90 | 70.20 | 69.60 | 210.70 | 70.23 |
| C7 | 72.80 | 70.10 | 72.00 | 214.90 | 71.63 |
| C8 | 69.70 | 70.00 | 67.20 | 206.90 | 68.97 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|-------------|--------|--------|
| Total | 11 | 50.48916667 | | | |
| Tratamientos | 3 | 35.84250000 | 11.94750000 | 5.32 | 0.0398 |
| Bloques | 2 | 1.17166667 | 0.58583333 | 0.26 | 0.7787 |
| Error | 6 | 13.47500000 | 2.24583333 | | |
| Media | | 69.44167 | | | |
| C. V % | | 2.158085 | | | |
| Desviación Estándar | | 1.498610 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.733111 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 71.63 | 4 | A |
| C6 | 70.23 | 4 | AB |
| C0 | 68.97 | 4 | AB |
| C8 | 66.93 | 4 | B |

Anexo 13. Análisis estadístico de la cobertura basal (%), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|--------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 41.00 | 43.50 | 44.00 | 128.50 | 42.83 |
| C6 | 45.50 | 44.00 | 47.00 | 136.50 | 45.50 |
| C7 | 51.50 | 50.50 | 50.00 | 152.00 | 50.67 |
| C8 | 47.50 | 43.50 | 45.00 | 136.00 | 45.33 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|-------------|--------|--------|
| Total | 11 | 116.4166667 | | | |
| Tratamientos | 3 | 97.41666666 | 32.47222222 | 12.21 | 0.0058 |
| Bloques | 2 | 3.041666667 | 1.520833333 | 0.57 | 0.5925 |
| Error | 6 | 15.95833333 | 2.6597222 | | |
| Media | | 46.08333 | | | |
| C. V % | | 3.538949 | | | |
| Desviación Estándar | | 1.630865 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.86292 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 50.67 | 4 | A |
| C6 | 45.50 | 4 | B |
| C8 | 45.33 | 4 | B |
| C0 | 42.83 | 4 | B |

Anexo 14. Análisis estadístico de la cobertura aérea (%), a los 30 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|--------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 60.00 | 58.00 | 61.50 | 179.50 | 59.83 |
| C6 | 67.00 | 69.00 | 71.50 | 207.50 | 69.17 |
| C7 | 70.00 | 75.50 | 75.50 | 221.00 | 73.67 |
| C8 | 66.50 | 65.50 | 62.50 | 194.50 | 64.83 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|-------------|--------|--------|
| Total | 11 | 360.5625000 | | | |
| Tratamientos | 3 | 315.3958333 | 105.1319444 | 16.58 | 0.0026 |
| Bloques | 2 | 7.1250000 | 3.5625000 | 0.56 | 0.5975 |
| Error | 6 | 38.0416667 | 6.3402778 | | |
| Media | | 66.87500 | | | |
| C. V % | | 3.765220 | | | |
| Desviación Estándar | | 2.517991 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.894494 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 73.67 | 4 | A |
| C6 | 69.17 | 4 | AB |
| C8 | 64.83 | 4 | B |
| C0 | 59.83 | 4 | C |

Anexo 15. Análisis estadístico de la altura (cm), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 78.00 | 79.00 | 80.00 | 237.00 | 79.00 |
| C6 | 92.00 | 94.00 | 95.00 | 281.00 | 93.67 |
| C7 | 106.00 | 110.00 | 104.00 | 320.00 | 106.67 |
| C8 | 94.00 | 99.00 | 96.00 | 289.00 | 96.33 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|-------------------------------|------|--------------|------------|--------|--------|
| Total | 11 | 1210.916667 | | | |
| Tratamientos | 3 | 1172.916667 | 390.972222 | 118.28 | <.0001 |
| Bloques | 2 | 18.166667 | 9.083333 | 2.75 | 0.1422 |
| Error | 6 | 19.833333 | 3.305556 | | |
| Media | | 93.91667 | | | |
| C. V % | | 1.935885 | | | |
| Desviación Estándar | | 1.818119 | | | |
| Coefficiente de Determinación | | 0.983621 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|--------|---|-------|
| C7 | 106.67 | 4 | A |
| C8 | 96.33 | 4 | B |
| C6 | 93.67 | 4 | B |
| C0 | 79.00 | 4 | C |

Anexo 16. Análisis estadístico de la cobertura basal (%), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|--------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 57.50 | 56.50 | 61.00 | 175.00 | 58.33 |
| C6 | 57.50 | 64.50 | 64.00 | 186.00 | 62.00 |
| C7 | 69.00 | 66.00 | 67.50 | 202.50 | 67.50 |
| C8 | 63.00 | 53.00 | 60.00 | 176.00 | 58.67 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|------------|--------|--------|
| Total | 11 | 261.5625000 | | | |
| Tratamientos | 3 | 162.7291667 | 54.2430556 | | |
| Bloques | 2 | 19.6250000 | 9.8125000 | 4.11 | 0.0666 |
| Error | 6 | 79.2083333 | 13.2013889 | 0.74 | 0.5148 |
| Media | | 61.62500 | | | |
| C. V % | | 5.895938 | | | |
| Desviación Estándar | | 3.633372 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.697172 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 67.50 | 4 | A |
| C6 | 62.00 | 4 | A |
| C8 | 58.67 | 4 | A |
| C0 | 58.33 | 4 | A |

Anexo 17. Análisis estadístico de la cobertura aérea (%), a los 60 días de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 93.00 | 86.00 | 91.00 | 270.00 | 90.00 |
| C6 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 300.00 | 100.00 |
| C7 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 300.00 | 100.00 |
| C8 | 92.50 | 95.00 | 94.50 | 282.00 | 94.00 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|------------|--------|--------|
| Total | 11 | 245.5000000 | | | |
| Tratamientos | 3 | 315.3958333 | 105.131944 | 16.58 | 0.0026 |
| Bloques | 2 | 7.1250000 | 3.5625000 | 0.56 | 0.5975 |
| Error | 6 | 26.1250000 | 4.3541667 | | |
| Media | | 96.00000 | | | |
| C. V % | | 2.173608 | | | |
| Desviación Estándar | | 2.086664 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.893585 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|--------|---|-------|
| C7 | 100.00 | 4 | A |
| C6 | 100.00 | 4 | A |
| C8 | 94.00 | 4 | B |
| C0 | 90.00 | 4 | B |

Anexo 18. Análisis estadístico del tiempo de ocurrencia a la prefloración, (días) de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|--------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 67.00 | 69.00 | 72.00 | 208.00 | 69.33 |
| C6 | 63.00 | 58.00 | 60.00 | 181.00 | 60.33 |
| C7 | 52.00 | 54.00 | 56.00 | 162.00 | 54.00 |
| C8 | 64.00 | 61.00 | 60.00 | 185.00 | 61.67 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|-------------|--------|--------|
| Total | 11 | 398.6666667 | | | |
| Tratamientos | 3 | 356.6666667 | 118.8888889 | 19.11 | 0.0018 |
| Bloques | 2 | 4.6666667 | 2.3333333 | 0.37 | 0.7023 |
| Error | 6 | 37.3333333 | 6.2222222 | | |
| Media | | 61.33333 | | | |
| C. V % | | 4.067019 | | | |
| Desviación Estándar | | 2.494438 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.906355 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C0 | 69.33 | 4 | A |
| C8 | 61.67 | 4 | B |
| C6 | 60.33 | 4 | B |
| C7 | 54.00 | 4 | C |

Anexo 19. Análisis estadístico del número de hojas por tallo (n/hojas/tallo), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 11.40 | 12.30 | 12.00 | 35.70 | 11.90 |
| C6 | 12.40 | 13.10 | 12.60 | 38.10 | 12.70 |
| C7 | 13.10 | 14.70 | 14.80 | 42.60 | 14.20 |
| C8 | 12.10 | 12.80 | 13.20 | 38.10 | 12.70 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|------------|--------|--------|
| Total | 11 | 11.42250000 | | | |
| Tratamientos | 3 | 8.30250000 | 2.76750000 | 21.71 | 0.0013 |
| Bloques | 2 | 2.35500000 | 1.17750000 | 9.24 | 0.0147 |
| Error | 6 | 0.76500000 | 0.12750000 | | |
| Media | | 12.87500 | | | |
| C. V % | | 2.773370 | | | |
| Desviación Estándar | | 0.357071 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.933027 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 14.20 | 4 | A |
| C6 | 12.70 | 4 | B |
| C8 | 12.70 | 4 | B |
| C0 | 11.90 | 4 | B |

Anexo 20. Análisis estadístico del número de tallos (n/tallos/planta), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 120.40 | 117.50 | 121.70 | 359.60 | 119.87 |
| C6 | 136.30 | 138.90 | 135.20 | 410.40 | 136.80 |
| C7 | 146.40 | 144.80 | 147.20 | 438.40 | 146.13 |
| C8 | 128.80 | 126.50 | 131.90 | 387.20 | 129.07 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G.L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|------|--------------|------------|--------|--------|
| Total | 11 | 1158.766667 | | | |
| Tratamientos | 3 | 1124.626667 | 374.875556 | 88.11 | <.0001 |
| Bloques | 2 | 8.611667 | 4.305833 | 1.01 | 0.4181 |
| Error | 6 | 25.528333 | | | |
| Media | | 132.9667 | | | |
| C. V % | | 1.551289 | | | |
| Desviación Estándar | | 2.062698 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.977969 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|--------|---|-------|
| C7 | 146.13 | 4 | A |
| C6 | 136.80 | 4 | B |
| C8 | 129.07 | 4 | C |
| C0 | 119.87 | 4 | D |

Anexo 21. Análisis estadístico de la producción de forraje verde (Tn/ha/corte), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 54.00 | 57.00 | 56.00 | 167.00 | 55.67 |
| C6 | 97.00 | 96.00 | 98.00 | 291.00 | 97.00 |
| C7 | 100.00 | 109.00 | 105.00 | 314.00 | 104.67 |
| C8 | 90.00 | 85.00 | 94.00 | 269.00 | 89.67 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|-------|--------------|-------------|--------|--------|
| Total | 11 | 4000.000000 | | | |
| Tratamientos | 3 | 3854.000000 | 1284.666667 | 53.34 | 0.0001 |
| Bloques | 2 | 1.500000 | 0.750000 | 0.03 | 0.9695 |
| Error | 6 | 144.500000 | | | |
| Media | | 85.00000 | | | |
| C. V % | | 5.773503 | | | |
| Desviación Estándar | | 4.907477 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.963875 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|--------|---|-------|
| C7 | 104.67 | 4 | A |
| C6 | 97.00 | 4 | AB |
| C8 | 89.67 | 4 | B |
| C0 | 55.67 | 4 | C |

Anexo 22. Análisis estadístico de la producción de materia seca (Tn/ha/corte), de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la etapa de prefloración sometidos a fertilización orgánica con diferentes niveles de Casting (6, 7 y 8 Tn/ha) frente a un tratamiento testigo en el segundo corte.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

| Tratamientos | Repeticiones | | | Suma | Media |
|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | | |
| C0 | 10.26 | 10.83 | 10.64 | 31.73 | 10.58 |
| C6 | 18.43 | 18.65 | 18.62 | 55.70 | 18.57 |
| C7 | 19.03 | 20.85 | 20.75 | 60.63 | 20.21 |
| C8 | 16.91 | 16.15 | 17.86 | 50.92 | 16.97 |

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob>F |
|------------------------------|-------|--------------|------------|--------|--------|
| Total | 11 | 163.7139667 | | | |
| Tratamientos | 3 | 159.9553667 | 53.3184556 | 131.24 | <.0001 |
| Bloques | 2 | 1.3210167 | 0.6605083 | 1.63 | 0.2728 |
| Error | 6 | 2.4375833 | 0.4062639 | | |
| Media | | 16.58167 | | | |
| C. V % | | 3.843934 | | | |
| Desviación Estándar | | 0.637388 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 0.985111 | | | |

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

| Tratamiento | Media | N | Grupo |
|-------------|-------|---|-------|
| C7 | 20.21 | 4 | A |
| C6 | 18.57 | 4 | AB |
| C8 | 16.97 | 4 | B |
| C0 | 10.58 | 4 | C |

Anexo 23. Análisis de regresión de la altura a los 60 días en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el primer corte.

1. Análisis de varianza

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob |
|------------------------------|-------|--------------|-----------|--------|-------|
| Total | 11 | 1264.66 | | | |
| Regresiones | 8 | 127.89 | 15.987 | 23.70 | 0.000 |
| Error | 3 | 1136.77 | 378.923 | | |
| Desviación Estándar | | 3.9983 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 86.1% | | | |

$$y = 79.37 - 78.70 X + 23.74 X^2 - 1.713 X^3$$

Anexo 24. Análisis de regresión del tiempo de ocurrencia a la prefloración en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el primer corte.

1. Análisis de varianza

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob |
|------------------------------|-------|--------------|-----------|--------|-------|
| Total | 11 | 376.917 | | | |
| Regresiones | 3 | 327.583 | 109.194 | 17.71 | 0.001 |
| Error | 8 | 49.333 | 6.167 | | |
| Desviación Estándar | | 2.48328 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 82.0% | | | |

$$y = 71.00 + 45.15 X - 13.54 X^2 + 0.9702 X^3$$

Anexo 25. Análisis de regresión de la producción de forraje verde a la prefloración en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el primer corte.

1. Análisis de varianza

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob |
|-------------------------------|-------|--------------|-----------|--------|-------|
| Total | 11 | 4000 | 1284.67 | | |
| Regresiones | 3 | 3854 | 18.25 | 70.39 | 0.000 |
| Error | 8 | 146 | | | |
| Desviación Estándar | | 4.27200 | | | |
| Coefficiente de Determinación | | 95.0% | | | |

$$y = 55.33 - 62.90 X + 21.02 X^2 - 1.580 X^3$$

Anexo 26. Análisis de regresión de la producción de forraje verde en base seca en prefloración en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el primer corte.

1. Análisis de varianza

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob |
|-------------------------------|-------|--------------|-----------|--------|-------|
| Total | 11 | 160.145 | | | |
| Regresiones | 3 | 156.987 | 52.3290 | 132.57 | 0.000 |
| Error | 8 | 3.158 | 0.3947 | | |
| Desviación Estándar | | 0.628271 | | | |
| Coefficiente de Determinación | | 97.3% | | | |

$$y = 55.33 - 62.90 X + 21.02 X^2 - 1.580 X^3$$

Anexo 27. Análisis de regresión de la altura a los 60 días en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el segundo corte.

1. Análisis de varianza

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob |
|------------------------------|-------|--------------|-----------|--------|-------|
| Total | 11 | 1210.92 | | | |
| Regresiones | 8 | 38.00 | 4.750 | 82.31 | 0.000 |
| Error | 3 | 1172.92 | 390.972 | | |
| Desviación Estándar | | 2.17945 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 95.7% | | | |

$$y = 79.00 - 75.77 X + 22.92 X^2 - 1.647 X^3$$

Anexo 28. Análisis de regresión de la producción de forraje verde a la prefloración en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el segundo corte.

1. Análisis de varianza

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob |
|------------------------------|-------|--------------|-----------|--------|-------|
| Total | 11 | 4290.25 | | | |
| Regresiones | 3 | 4202.25 | 1400.75 | 127.34 | 0.000 |
| Error | 8 | 88.00 | 11.00 | | |
| Desviación Estándar | | 3.31662 | | | |
| Coeficiente de Determinación | | 97.2% | | | |

$$y = 55.67 - 53.86 X + 18.71 X^2 - 1.431 X^3$$

Anexo 29. Análisis de regresión de la producción de forraje verde en base seca en prefloración en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) sometido a diferentes niveles de casting en la etapa de prefloración en el segundo corte.

1. Análisis de varianza

| F. Variación | G. L. | S. Cuadrados | C. Medios | Fisher | Prob |
|-------------------------------|-------|--------------|-----------|--------|-------|
| Total | 11 | 163.714 | | | |
| Regresiones | 3 | 159.955 | 53.3185 | 113.49 | 0.000 |
| Error | 8 | 3.759 | 0.4698 | | |
| Desviación Estándar | | 0.685438 | | | |
| Coefficiente de Determinación | | 96.8% | | | |

$$y = 10.58 - 11.98 X + 4.082 X^2 - 0.3106$$