



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“MANEJO AGROECOLÓGICO DE MARALFALFA CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE ENRAIZADOR EN LOS SUELOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL**

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

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**  
**CRISTIAN FERNANDO VIMOS ABARCA**

**RIOBAMBA - ECUADOR**  
**2017**

Este Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal.

---

Ing. MSc. Santiago Fahureguy Jiménez Yáñez  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. José Vicente Trujillo Villacis  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Ing. M.C. Hermenegildo Díaz Berrones  
**ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 20 diciembre de 2017

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios, por las bendiciones emitidas en mi favor y los que me rodean, a mis padres quienes han sido el pilar fundamental para salir adelante, a mis docentes, amigos, autoridades que de una u otra manera me brindaron el apoyo para salir adelante.

## **DEDICATORIA**

La culminación de esta carrera va dedicada a mi abuelita materna que sé que estará feliz desde el cielo por verme alcanzar una de las metas que tengo propuestas, a ella que siempre fue mi impulso mi apoyo mi consejera mi compañera de vida, también esto se lo dedico a mis padres que son para quienes vivo, a mi abuelita paterna que siempre ha estado pendiente de mí y que hoy en día puedo dedicarle parte de este triunfo.

## CONTENIDO

N°	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISION DE LITERATURA</u>	3
A. AGRICULTURA ORGANICA	3
1. <u>Características</u>	4
2. <u>Importancia de la Agricultura Orgánica</u>	5
3. <u>Importancia de la Agricultura Ecológica</u>	5
B. ACIDOS HUMICOS	6
1. <u>Definición de los Acidos Húmicos</u>	6
2. <u>Historia de los Acidos Húmicos</u>	7
3. <u>Naturaleza Química de los Acidos Húmicos</u>	7
4. <u>Origen</u>	8
5. <u>Proceso de Formación del Humus</u>	8
6. <u>Composición</u>	10
7. <u>Efectos de los Acidos Húmicos</u>	12
a. En el suelo	12
b. En la planta	12
B. MARALFALFA ( <i>Pennisetum sp.</i> )	13
1. <u>Origen</u>	13
2. <u>Clasificación taxonómica</u>	15
3. <u>Características generales</u>	17
4. <u>Hábitos de crecimiento y adaptación</u>	18
5. <u>Producción de forraje</u>	19
6. <u>Análisis Bromatológico</u>	19
7. <u>Órganos Vegetativos</u>	20
a. Raíces	20
b. Tallo	20
c. Hojas	21

d.	La lígula	21
e.	Órganos Reproductivos	21
8.	<u>Datos técnicos</u>	22
a.	Condiciones Agro-climáticas	22
b.	Rendimiento	23
c.	Carbohidratos	23
d.	Siembra	23
e.	Cantidad de semilla por Ha	23
f.	Altura	23
g.	Corte	23
h.	Fertilización	23
i.	Uso	24
j.	Reporte de utilización	24
9.	<u>Ventajas del Maralfalfa</u>	24
D.	INVESTIGACIONES REALIZADAS	25
VII.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	27
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	27
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	27
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	28
1.	<u>Materiales</u>	28
a.	De campo	28
b.	Herramientas	28
c.	Equipos	29
d.	Insumos	29
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	29
1.	<u>Esquema del Esquema del Experimento</u>	29
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	30
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	30
1.	Esquema del ADEVA	31
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	31
1.	1. <u>Descripción del experimento</u>	31
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	32
1.	<u>Análisis del suelo antes y después del ensayo</u>	32

2.	<u>Altura de la planta, (cm)</u>	32
3.	<u>Producción de forraje en materia verde, (Tn.FV/ha/corte)</u>	32
4.	<u>Producción de forraje en materia seca, (Tn.MS/ha/corte).</u>	32
5.	<u>Análisis bromatológico</u>	33
6.	<u>Análisis del suelo antes y después del ensayo.</u>	33
7.	<u>Análisis económico</u>	33
IV	<u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	34
A.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL <i>Pennisetum</i> sp BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGANICO COMERCIAL MAS UNA BASE DE ENRAIZADOR	34
1.	<u>Altura de la planta a los 15 días (cm)</u>	34
2.	<u>Altura de la planta a los 30 días (cm)</u>	37
3.	<u>Altura de la planta a los 60 días (cm)</u>	39
4.	<u>Producción de forraje verde</u>	41
5.	<u>Producción de materia seca</u>	43
B.	ANALISIS BROMATOLOGICO	46
1.	<u>Proteína</u>	47
2.	<u>Materia seca</u>	48
3.	<u>Fibra</u>	
C.	ANALISIS DEL SUELO INICIAL Y FINAL	49
1.	<u>pH</u>	51
2.	<u>Materia Orgánica</u>	51
3.	<u>Nitrógeno</u>	52
4.	<u>Fosforo</u>	52
5.	<u>Potasio</u>	
D.	EVALUACIÓN ECONÒMICA DE LA PRODUCCION FORRAJERA DEL <i>Pennisetum</i> sp (maralfalfa) CON DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE ENRAIZADOR	52
IV.	<u>CONCLUSIONES</u>	54

V.	<u>RECOMENDACIONES</u>	55
VI.	<u>LITERATURA CITADA</u>	56
	ANEXOS	



## RESUMEN

En la Provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, se realizó la evaluación del comportamiento productivo del *Pennisetum sp.* (maralfalfa) aplicando varios niveles de abono orgánico comercial (4, 5, 6 L/ha de Eco hum dx) más una base de enraizador (3 L/ha de Raizplant) en los suelos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, para ser comparados con un tratamiento testigo, la misma que duro un período de 60 días, se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 5 repeticiones y el TUE fue de 10 m<sup>2</sup>. Al observar los resultados experimentales se puede manifestar que las respuestas con mejor comportamiento en la altura de la planta, se registraron a los 15 días, con el tratamiento 1; a los 30 días con el tratamiento testigo y a los 60 días con la aplicación del tratamiento 3, con alturas de 40,46 cm, 62,86 cm y 92,68 cm respectivamente. En cuanto a los mejores rendimientos de forraje verde y materia seca se obtuvieron, con la utilización de 6 L/ha de abono orgánico más una base de enraizador (T3), reportando producciones de forraje verde de 14,96 tn/ha/corte y materia seca de 2,45 tn/ha/corte. La mayor rentabilidad fue registrada por las parcelas fertilizadas foliarmente con 6 L/ha (T3) de abono orgánico comercial (Eco hum dx) más una base de enraizador (Raízplant 500), alcanzando un beneficio/costo de 1,72. En tal virtud se recomienda la utilización de 6 L/ha de abono comercial por haberse registrado los mejores rendimientos productivos, menor costo de producción y mejor beneficio/costo.

## ABSTRACT

In Chimborazo Province, Riobamba Canton, an evaluation of the productive performance of the *Pennisetum sp.* (Maralfalfa) was performed by applying various levels of commercial organic fertilizer (4, 5, 6 L/ha of Eco hum dx) plus a root enhancer (3 L/ha of Raizplant) in soils of the Animal Science Faculty in order to be compared to a control treatment, the same that lasted for a period of 60 days. We used a Completely Randomized Design (DCA), with 5 repetitions and the TUE (Size Experimental Unit) was 10m<sup>2</sup>. When looking at the experimental results, it can be manifested that the answers with the best behavior in the height of the plant were recorded after 15 days, with the treatment 1; after 30 days with the control treatment, and after 60 days with the implementation of the treatment 3, which rise to a height of 40.46 cm, 62.86 cm, and 92.68 cm respectively. With regard to the best yields of green fodder and dry matter were obtained, with the use of 6 L/ha of organic fertilizer over a base of root enhancer (T3), reporting productions of green fodder of 14, 96 th/ha/cut and dry matter of 2.45 th/ha/cutting. The highest profitability was recorded by plots fertilized in foliar way with 6 L/ha (T3) of commercial organic fertilizer (Eco hum dx) plus a base of root enhancer (Raizplant 500), reaching a cost-benefit ratio of 1.72. Consequently, it is recommended the use of 6 L /ha of commercial fertilizer for registering the best productive yields, lower production cost, and better cost-benefit ratio.

## LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO <i>Pennisetum</i>	17
2.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL <i>Pennisetum sp</i>	19
3.	EFFECTO 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.	20
4.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS	27
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	30
6.	ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).	31
7.	COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL <i>Pennisetum sp</i> (maralfalfa), BAJO EL EFECTO DE VARIOS NIVELES DE ABONO ORGANICO COMERCIAL MAS UNA BASE DE ENRAIZADOR.	35
8.	ANALISIS BROMATOLOGICO DEL <i>Pennisetum sp</i> , BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTE DOSIS DE DE ABONO ORGANICO MAS UNA BASE DE ENRAIZADOR	49
9.	ANALISIS DEL SUELO PRE Y POST FERTILIZACIÓN DEL <i>Pennisetum sp</i> (maralfalfa) BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE ENRAIZADOR	50
10.	EVALUACIÓN ECONÒMICA DE LA PRODUCCION FORRAJERA DEL <i>Pennisetum sp</i> (maralfalfa) CON DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE ENRAIZADOR	52

**LISTA DE GRAFICOS**

N°		Pág.
1.	Bioquímica de la Formación de las Sustancias Húmicas	9
2.	Esquema de las espiguillas del pasto maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> )	22
3.	Comportamiento de la altura de la planta a los 15 días, del <i>Pennisetum sp.</i> por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador.	36
4.	Comportamiento de la altura de la planta a los 30 días, del <i>Pennisetum sp.</i> por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador.	38
5.	Comportamiento de la altura de la planta a los 60 días, del <i>Pennisetum sp.</i> por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador.	40
6.	Comportamiento de la producción de forraje verde del <i>Pennisetum sp.</i> por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador.	42
7.	Análisis de Regresión y Correlación de la producción de forraje verde del <i>Pennisetum sp.</i> por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador.	43
8.	Comportamiento de la producción de materia seca del <i>Pennisetum sp.</i> por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador	45
9.	Análisis de regresión y correlación de la producción de materia seca del <i>Pennisetum sp.</i> por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador	46

## LISTA DE ANEXOS

N°

1. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 15 días, del *Pennisetum* sp (maralfalfa) , por efecto de de la aplicación de diferentes dosis de abono orgánico comercial (eco hum) más una base estandar de enraizador (raíz plant)
2. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 30 días, del *Pennisetum* sp (maralfalfa) , por efecto de de la aplicación de diferentes dosis de abono orgánico comercial (eco hum) más una base estandar de enraizador (raíz plant)
3. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 60 días, del *Pennisetum* sp (maralfalfa) , por efecto de de la aplicación de diferentes dosis de abono orgánico comercial (eco hum) más una base estandar de enraizador (raíz plant)
4. Análisis estadístico de la producción de forraje verde (Tn/ha/corte), del *Pennisetum* sp (maralfalfa) , por efecto de de la aplicación de diferentes dosis de abono orgánico comercial (eco hum) más una base estandar de enraizador (raíz plant)
5. Análisis estadístico de la producción de materia seca (Tn/ha/corte), del *Medicago sativa* (alfalfa), por efecto de la aplicación de diferentes niveles de Trichoderma, en el primer corte

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la búsqueda del desarrollo agropecuario se debe pensar en la agricultura orgánica, ya que la población mundial prefiere consumir alimentos más naturales y saludables. Hoy se hace necesario crear nuevas alternativas que permitan tener una mayor rentabilidad a menor costo y sobre todo mantener el equilibrio medio ambiental; es por ello que los productores alrededor del mundo utilizan la agricultura orgánica en el manejo y producción de pastos y forrajes destinados a la alimentación animal; de esta manera se ha comprobado que la utilización de abonos orgánicos aportan materia orgánica al suelo, aumenta las condiciones nutritivas y mejorando las condiciones físicas de las plantas.

Se ha demostrado que los usos excesivos de fertilizantes químicos son perjudiciales debido a su efecto negativo sobre la salud humana, calidad del agua, suelo y aire. Por tal motivo la agricultura orgánica ha demostrado ser una alternativa para la producción sostenible, ya que no se utilizan insumos nocivos y contaminantes, por lo contrario estos conservan el suelo mediante el incremento de la actividad y desarrollo microbiano, lo que permite que se mantengan sus propiedades físico-químicas, además aumenta la fertilidad de los suelos

En el Ecuador desde el año 2005 se ha introducido un nueva especie forrajera denominado Pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) desde Colombia, con el propósito de ser una alternativa a la alimentación ganadera. Existe poca información técnica en nuestro país y la poca que existe señala que el maralfalfa es una gramínea de corte, con una alta capacidad de producción de forraje, de buena calidad nutricional y una excelente palatabilidad. Permitiendo aumentar considerablemente la producción animal en especial al ganado lechero; además lo consumen los bovinos, equinos, caprinos y ovinos.

Por otra parte, el calentamiento global, se ha convertido en un problema que cada día está afectando más a la humanidad, interviniendo gradualmente en sus condiciones de vida, afectando de una forma progresiva y en ascenso los factores que intervienen en el desarrollo y el equilibrio de los seres que rodean al ser

humano incluyéndole a él como principal afectado y causante de que esta situación, que amenaza con la vida en el planeta de una manera radical y sin vuelta atrás

Aplicar la ecología a los sistemas de producción agropecuaria, en la lógica de la agricultura ecológica significa, por lo general, entender la unidad productiva como un sistema en el cual interactúan los seres vivos entre sí y en el que su medio ambiente físico es determinado por los límites espaciales.

La presente investigación está enfocada con la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos en los distintos cultivos, compensándole con el uso de la agricultura ecológica; que sirva como una guía adecuada para ser divulgada a pequeños y grandes agricultores no solo de nuestra zona si no del país para ser entes participativos en el cuidado del planeta que en los últimos años se ha visto afectado.

Por lo anteriormente señalado se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el comportamiento del *Pennisetum sp* (maralfalfa) con varios niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador en los suelos de la facultad de ciencias pecuarias
- Determinar que tratamiento resulta ser el más eficiente al utilizar diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador en la producción de maralfalfa.
- Valorar la composición bromatológica de maralfalfa al incorporar los diferentes niveles de abono orgánico comercial más un enraizador.
- Evaluar la rentabilidad mediante el análisis beneficio-costos.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. AGRICULTURA ORGÁNICA**

Según Manzanilla, (2016), la agricultura orgánica es una forma diferente de enfocar la producción agraria, basada en el respeto al entorno y producir alimentos sanos, de la máxima calidad y en cantidad suficiente. Utiliza como modelo a la misma naturaleza, extrayendo de ella toda la información posible, asociada con los actuales conocimientos técnicos y científicos. La Agricultura Ecológica permite obtener alimentos de la máxima calidad, tanto en su presentación y sabor como en su contenido alimenticio, mediante técnicas y productos que:

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

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



industrializados. Para la mayoría de los agricultores, lo más importante es que representa un sistema agrícola más que un simple conjunto de tecnologías. El objetivo fundamental es encontrar diversos métodos para lograr que los alimentos crezcan en armonía con la naturaleza.

## 1. Características

Montalvo, (2007), reporta que los fertilizantes líquidos orgánicos se obtienen por transformación de estiércol animal, de restos de cosecha o en general de residuos orgánicos. Su tratamiento conduce a la formación de abonos foliares. Estos materiales permiten obtener fertilizantes eficaces, y serán seguros si se preparan adecuadamente. Incluso, cuando se aprovechan desechos orgánicos, se contribuye a la salud pública al evitar que se constituyan en fuente de contaminación. La incorporación del abono enriquece la capacidad del suelo para albergar una gran actividad biológica, la cual tiene varias implicancias favorables.

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

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

- Fijación del nitrógeno atmosférico
- Mejoramiento de la absorción de nutrientes de la planta
- Solubilización de nutrientes del suelo
- Transformación y mineralización de materia Orgánica.

- Mejora la estructura del suelo
- Incrementa la resistencia de las plantas al estrés y a la salinidad
- Liberación de sustancias que favorecen al crecimiento y desarrollo de las plantas.

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

La página <http://agronomiaorganic.blogspot.com/>.(2012), indica el desarrollo de una agricultura eficiente y sustentable, una población sana y la conservación de los fundamentos de la vida, exigen favorecer la opción de una agricultura que fomente prácticas y técnicas amigables con el medio ambiente, donde los agroquímicos sintéticos, todos tóxicos en mayor o menor grado, son excluidos definitivamente. La agricultura orgánica es una forma de producción, basada en el respeto al entorno, para producir alimentos sanos de la máxima calidad y en cantidad suficiente, utilizando como modelo a la misma naturaleza, apoyándose en los conocimientos científicos y técnicos vigentes.

El desarrollo de la agricultura orgánica busca la recuperación permanente de los recursos naturales afectados, para el beneficio de la humanidad. La agricultura orgánica se orienta a proporcionar un medio ambiente limpio y balanceado, potenciar la capacidad productiva y fertilidad natural de los suelos, optimizar el reciclaje de los nutrientes, el control natural de plagas y enfermedades. Por ello, es preciso promover e implementar las técnicas y prácticas de la agricultura orgánica en beneficio de la salud humana, animal, y protección del medio ambiente en general.

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

ESPAÑA, (2014), informa el desarrollo que tiene la agricultura ecológica en la actualidad se basa en tres aspectos principales, que son:

- La necesidad de no continuar deteriorando el medio agrícola y recuperarlos de los impactos negativos que han producido los métodos intensivos de producción sobre el medio ambiente.

- La inseguridad alimentaria que han generado los sistemas de producción intensivos, debido a la contaminación de los productos y la proliferación de enfermedades de los animales que afectan al hombre.
- La posibilidad que tienen estos sistemas de producción de permitir que pequeños y medianos productores y agricultores de zonas desfavorecidas tengan una renta digna, producto del valor agregado que da la producción de alimentos de calidad y de alta seguridad.

Por otro lado, los sistemas ecológicos han mostrado la capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas y especialmente a zonas desfavorecidas, permitiendo la autosuficiencia alimentaria en agricultores de bajos recursos con el uso de tecnologías de bajos insumos.

Se debe señalar que el modelo intensivo de producción, no sólo ha provocado una destrucción del medio ambiente por la des arborización, destrucción de los suelos y la contaminación química de los suelos, el agua y por tanto de los alimentos que consumimos, sino que ha tenido fuertes repercusiones sobre la sociedad rural.

## **B. ACIDOS HUMICOS**

### **1. Definición de los Ácidos Húmicos**

Las sustancias húmicas son consideradas como complejas agrupaciones macromoleculares en las que las unidades fundamentales son compuestos aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos sintetizados por ciertos microorganismos presentes en la biomasa.

### **2. Historia de los Ácidos Húmicos**

El estudio de la materia orgánica del suelo se inició en la segunda mitad del siglo XVIII, con los trabajos de Walerius que analizó la formación del humus a partir de la descomposición de las plantas, el mismo que hace mención de la capacidad de retención de agua, sustancias nutritivas, etc. Achard, Vauquelin y

Thomson a finales del siglo XVIII intentaron extraer sustancias húmicas a partir de turbas, restos vegetales en descomposición y suelos.

Según Romera, (2013), asegura que a finales del siglo XIX se analiza la posibilidad de la asimilación directa por el vegetal de las sustancias húmicas y la participación de éstas en la nutrición de las plantas. Thaer (1809) tomó esta idea y Grando (1872-73) también la compartía pero con una interpretación distinta.

La misma autora asevera que en los últimos años se desarrolla intensamente un estudio sobre la participación de las sustancias orgánicas del suelo en los procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta. Se ha establecido la posibilidad de ingreso de sustancias húmicas y de algunos compuestos orgánicos de naturaleza individual en la planta, donde se incorporan a los procesos de respiración y metabolismo, elevando el "tonus vital" del organismo vegetal. Esto último contribuye a intensificar el consumo de elementos nutritivos del suelo de los fertilizantes aportados y, en definitiva, asegura un mejor desarrollo de la planta.

De este modo, creando con ayuda de la materia orgánica un fondo biológicamente activo, el hombre tiene la posibilidad de intervenir en el metabolismo de los vegetales, teniendo como fin la elevación de la productividad.

### **3. Naturaleza Química de los Ácidos Húmicos**

A pesar del considerable progreso experimentado por la química del humus en los últimos veinte años, la estructura de la materia orgánica del suelo continúa sin ser conocida en su mayor parte. Aunque muy probablemente se requieran otros veinte o treinta años para obtener un modelo válido de los sistemas coloidales del humus, en la actualidad se asiste al desarrollo creciente de investigaciones que se encontraban limitadas por la aplicación generalizada de planteamientos procedentes de la química de la lignina y del carbón.

#### **4. Origen**

Durante el proceso de carbonización de los bosques tropicales del hemisferio norte hace aproximadamente 300 millones de años, se dio lugar a la formación de lechos de carbón lignito. Sobre esta masa sólida se acumuló materia orgánica y se llevó a cabo un proceso de compactación en el que se exprimió los ácidos y ésteres orgánicos presentes en la vegetación formando una laguna que se secó y añejó dando lugar al esquisto “Leonardita”, la cual es una forma oxidada de lignito, y son los constituyentes principales de materia orgánica vegetal en un estado avanzado de descomposición.

La misma fuente manifiesta que la humificación es un proceso evolutivo por el cual la materia orgánica se va transformando, primero en humus joven, para pasar a humus estable hasta llegar a la definitiva mineralización formando el ácido húmico.

Los ácidos húmicos derivados de Leonardita son muy estables, su grado de oxidación y los componentes son más uniformes.

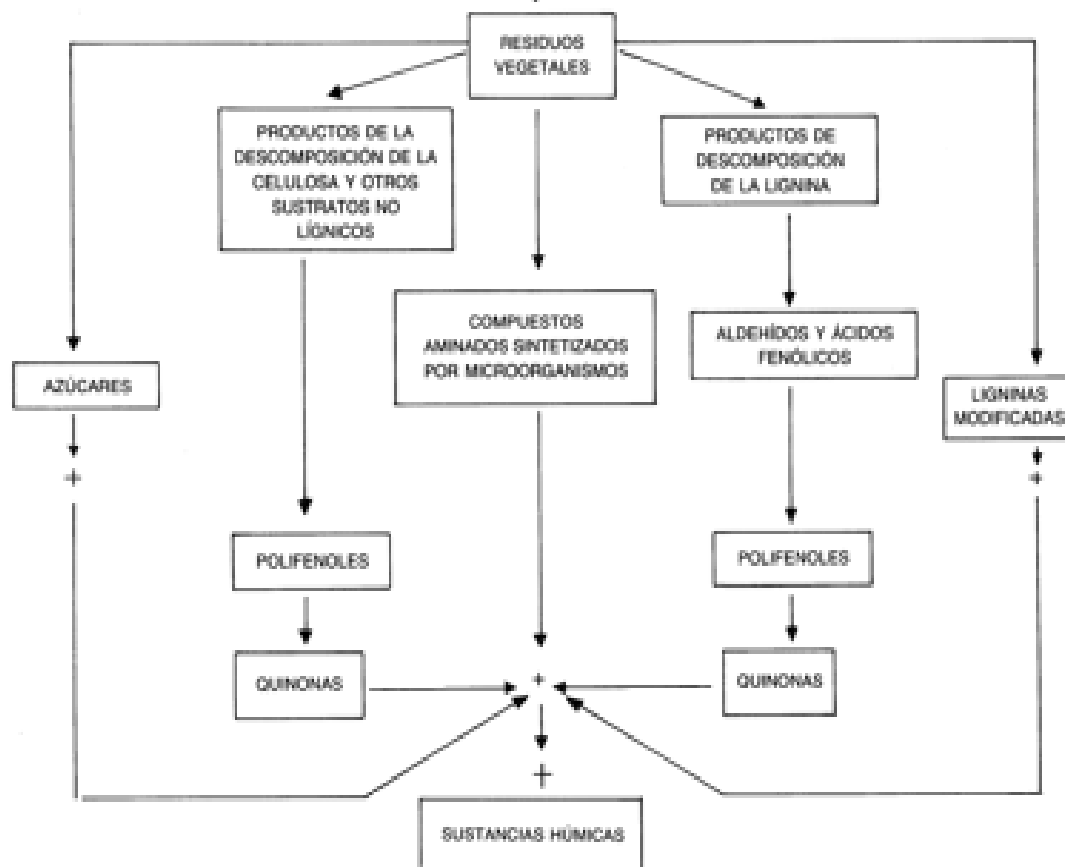
#### **5. Proceso de Formación del Humus**

Gilliavod, (2013), quien cree conveniente que antes de explicar la formación del humus es indispensable importante recalcar que la arcilla es un compuesto existente en la tierra sin el cual, los ácidos húmicos no podrían actuar como lo hace. Este compuesto al cual hacemos referencia, se podría decir que está formada por hidróxidos de hierro, óxido de aluminio, sílice coloidal, más minerales típicos. Estos materiales, están tan extremadamente subdivididos, que determinan una enorme superficie de contacto.

El mismo autor considera que las rocas volcánicas primitivas, por acción física y química del agua y de los gases atmosféricos a temperaturas mucho más elevadas que la actual, se fueron degradando en tamaño y composición, dando lugar a las rocas sedimentarias, las que a su vez por los mismos mecanismos antes citados, dieron lugar a las arcillas.

Millones de años después aparecieron los compuestos orgánicos y los primeros esbozos de vida; los productos de excreción y de degradación de estos seres y de los posteriores descendientes evolutivos, dieron origen a los “humus primitivos”, que se fijaron a las arcillas dando lugar a las “tierras primitivas” del planeta. La riqueza en elementos nutritivos de las mismas se fue dando concomitantemente con la evolución y diversificación de los seres vivos.

Existen diversas teorías acerca del proceso de formación de las sustancias húmicas. En el siguiente gráfico se exponen las cuatro vías fundamentales que se han postulado para esta formación.



**Gráfico 1.** Bioquímica de la Formación de las Sustancias Húmicas, Gillivod. 2013.

En realidad pueden haberse originado mediante cualquiera de los caminos indicados, pudiendo intervenir, en cada uno de ellos, multitud de diferentes moléculas así como de tipos de reacciones.

Aunque se sospecha un origen múltiple, se cree hoy en día, que la ruta principal, en la mayoría de los casos, es a través de reacciones de condensación de quinonas procedentes de polifenoles, consigo mismas y con compuestos aminados.

## 6. Composición

Los ácidos húmicos, como componentes fundamentales del humus se clasifican, por sus propiedades químicas en humina, ácido fúlvico, ácido hematomelánico y ácidos húmicos I y II. Todos estos a su vez, derivan de la descomposición de: Hidratos de carbono como glúcidos, celulosa, hemicelulosas y almidones, perteneciendo estos tres últimos a la categoría de macromoléculas; descomposición de proteínas degradables; descomposición de la lignina. (Gilliavod, 2013).

Según la misma fuente además de los compuestos anteriormente citados, intervienen en la composición del humus: sustancias orgánicas en diferentes estados de descomposición, aminas, productos orgánicos de degradación de hongos y bacterias más productos de secreción y excreción de las mismas; proteínas y sus productos de degradación, péptidos y aminoácidos; taninos y sus productos de degradación, polifenoles y fenoles; ácidos orgánicos diversos; enzimas; fitohormonas; clorofila, carotenos y derivados.

Mientras que Navarro, (2000), afirma que en los suelos biológicamente activos, las sustancias húmicas se encuentran integrando mezclas complejas con los compuestos húmicos de neoformación. En todo horizonte húmico puede hallarse en proporciones variables lo siguiente:

- Restos poco descompuestos, con estructura fibrosa.
- Productos intermedios, como la lignina medianamente lignificada, liberada por la desaparición de la celulosa.
- Complejos coloidales.
- Compuestos solubles en estado de mineralización o polimerización.

Finalmente llega a una conclusión en el siguiente sentido, por una parte los motivos ya anotados más la dificultad de contar con un reactivo extractante capaz de aislar selectivamente y sin alterar los compuestos húmicos existentes en el suelo actualmente no se tiene conocimiento exacto sobre la composición de las sustancias húmicas.

## **7. Efectos de los Ácidos Húmicos**

### **a. En el suelo**

Las funciones que el ácido húmico desarrolla en el suelo son de tipo físico, químico y biológico. (Navarro, 2000).

Físicos:

- Mejora de la estructura del suelo ya que la estabiliza
- Mejora la capacidad de retención de agua y aireación, porque se mejora la porosidad del suelo.
- Aumentan la fuerza cohesiva de partículas finas (menor erosión).
- Le proporciona al suelo un color oscuro, lo cual favorece la absorción de los rayos solares y por lo tanto el aumento de la temperatura.
- Debido a su débil calor específico, se calienta o enfría lentamente, de lo que resulta que la arena está más fría en verano y más caliente en invierno. Actúa por tanto como un moderador de variaciones de temperatura en el suelo.

Químicas:

- Debido a interacciones entre moléculas orgánicas, afecta la bioactividad, la persistencia y la biodegradabilidad de los pesticidas, modificando la cantidad de los mismos necesaria para un control efectivo.
- Mediante su poder quelante mejora la disponibilidad para las plantas superiores de los micronutrientes.
- Mediante su poder tampón, ayuda a mantener una reacción (pH) uniforme en el suelo.
- Reducen la salinidad al secuestrar el catión  $\text{Na}^+$ .



Para Navarro, (2000) los efectos químicos más destacados:

- Presenta un poder amortiguador y hace aumentar su capacidad de intercambio catiónico, lo que trae consigo el incrementar considerablemente la reserva de los elementos nutritivos para la planta.
- Ejerce una acción compensadora entre aniones y cationes en la disolución del suelo.
- Permite la formación de complejos fosfo-húmicos, manteniendo al fósforo en estado asimilable para la planta, a pesar de la presencia de caliza y hierro.

Biológico:

- Sirve de soporte a una multitud de microorganismos, que hacen del suelo un medio vivo. Estos microorganismos, que viven a expensas de él y contribuyen a su transformación, son tanto más numerosos y activos cuanto mayor cantidad existe en el suelo, por lo que los ácidos húmicos son verdaderamente el fundamento de la actividad microbiana de los suelos. (Navarro, G. 2000).
- Los ácidos húmicos ayudan en el transporte de micronutrientes hasta la raíz de la planta.
- Incrementan hasta en un 25% la disponibilidad de nitrógeno, ya que aumentan las bacterias nitrificantes y fijadoras de nitrógeno e interfiere con la degradación del nitrógeno inorgánico.

## **b. En la planta**

Al respecto Navarro, (2000), manifiestan que el humus muestra las siguientes acciones específicas sobre la fisiología de las plantas.

- Acción rizógena, favoreciendo la formación y el desarrollo de las raíces, no sólo principales, sino también las secundarias.
- Acción estimulante, que se traduce en una mayor absorción de los nutrientes, acompañada de una mejor utilización de los mismos por parte de la planta.

- Favorecen la capacidad germinativa de las semillas.
- Debido a la presencia de sustancias húmicas en el suelo, permite un aumento en el rendimiento de los cultivos, ya que éstas tienen una acción importante sobre la utilización del nitrógeno por la planta.
- Aumenta el nivel brix, porque se mejora la disponibilidad de nutrientes.
- Aumenta la producción hormonal, tiene efecto estimulador similar al de las auxinas.
- Aumenta la permeabilidad de las membranas: se mejora la permeabilidad celular, pues se estimula la producción de auximonas, lo que promueve una mejor absorción foliar y radicular.
- Aumenta la respiración: aumenta la entrada de oxígeno y la salida de CO<sub>2</sub>.
- Aumenta la fotosíntesis: aumenta la producción de clorofila, carotenos y xantofilas.
- Mejoran la calidad de la planta y su fruto.

### C. MARALFALFA (*Pennisetum sp.*)

#### 1. Origen.

Varios autores todavía no definen el origen exacto del pasto MARALFALFA, por lo que mencionaremos a continuación las teorías más relevantes.

Según Franco, 2008, señala en el artículo MARALFALFA que se trata de un pasto mejorado de origen Colombiano creado por el Padre José Bernal Restrepo (Sacerdote Jesuita), Biólogo Genetista nacido en Medellín el 27 de Noviembre de 1908, utilizando su Sistema Químico Biológico, S Q B, póstumamente llamado Heteroingerto Bernal (H I B). El 4 de Octubre de 1965 el Padre José Bernal, utilizando su Sistema Químico Biológico SQB, cruzó el Pasto Elefante (Napier, *Pennisetum purpureum*), originario del África y la grama (*Paspalum macrophyllum*) y obtuvo una variedad que denominó GRAMAFANTE.

Correa, H. (2005), manifiesta que El 30 de Junio de 1969, utilizando el mismo SQB., cruzo los pastos gramafante (elefante y grama) y guaratara del llano (*Axonopus purpussí*) y obtuvo la variedad que denomino MARAVILLA O GRAMATARA. Finalmente el padre José Bernal utilizando el mismo SQB,

cruzó: El pasto maravilla o gramatara y la alfalfa (*Medicago sativa* Linn) con el pasto Brasileiro (*Phalaris arundinacea* Linn) y el pasto resultante lo denominó MARALFALFA (*Pennisetum violaceum*).

Correa, (2005), manifiesta que el origen del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) es aún muy incierto. Existen varias hipótesis al respecto entre las que se encuentra la del sacerdote Jesuita José Bernal Restrepo (1979) quien aseguraba que fue el resultado de la combinación de varios recursos forrajeros entre los cuales están el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), una grama nativa (*Paspalum macrophyllum*), el gramalote (*Paspalum fasciculatum*), la alfalfa peruana (*Medicago sativa*) y el pasto brasileiro (*Phalaris arundinacea*). Sostenía además, que este pasto fue una creación suya resultado de la aplicación del denominado Sistema Químico Biológico (S.Q.B), desarrollado por este mismo autor y que es propiedad de la Universidad Javeriana.

Los fundamentos y la metodología que sigue el SQB no son descritos por Bernal José (1979), lo que le resta seriedad y credibilidad a sus publicaciones. Una especulación que tiene Correa, H. et al. (2007), al respecto es que podría tratarse de una técnica conocida hoy como hibridación somática o fusión de protoplastos que se utiliza para el mejoramiento genético de materiales vegetales genéticamente muy diferentes entre sí, que era básicamente lo que hacía el padre Bernal.

En la Universidad Javeriana en Bogotá, se informa que ellos no pueden describir la técnica (S.Q.B) propiedad de esta Institución, porque están en proceso de patentarla. Así que habrá que esperar hasta que salga la patente para conocerla científicamente.

Por otro lado, Sánchez, y Pérez, (2007), comunicación en foro afirman que dicho pasto podría corresponder a un *Pennisetum hybridum* comercializado en Brasil como Elefante Paraíso Matsuda coincidiendo con lo que afirmaban varios autores. Este pasto fue el resultado de la hibridación del *Pennisetum americanum* (L.) Leake con el *P. purpureum* Schum. Según señalan este híbrido es un triploide que puede ser obtenido fácilmente y combina la calidad nutricional del

forraje del *Pennisetum americanum* (L.) con el alto rendimiento de materia seca del *P. purpureum* Schum. Este híbrido, sin embargo, es estéril por lo que para obtener híbridos fértiles se ha utilizado Colchicina con lo que duplica el número de cromosomas y se obtiene un híbrido hexaploide fértil (Macon, E. 1992).

Diversos híbridos han sido desarrollados en Estados Unidos con muy buenos resultados tanto en producción como en calidad nutricional (Macon, E. 1992). El *Pennisetum hybridum* fue introducido al Brasil en 1995 a través de la Empresa Matsuda (Vilela, H. 2003). Actualmente existen algunas variantes disponibles en el Brasil que han sido sometidas a evaluaciones agronómicas y productivas con resultados muy promisorios. Cabe señalar que existen variedades dentro el pasto maralfalfa el cual hay que determinar.

## **2. Clasificación taxonómica.**

Molina, (2005), señala que la identificación y clasificación taxonómica de las gramíneas no es fácil. Las gramíneas, como familia, son fácilmente reconocidas pero resulta difícil distinguir los diferentes géneros y especies. Incluso para los botánicos más versados y experimentados resulta complicado poder establecer con claridad la clasificación taxonómica de muchas gramíneas. Tal es el caso de la maralfalfa (*Pennisetum sp*).

Esto se debe posiblemente a que la mayoría de las gramíneas no posee perianto y si lo tienen es muy reducido y, además, presentan un ovario muy simple. Así, estas dos características tan importantes para las dicotiledóneas, son casi completamente inexistentes en las gramíneas. Mientras que dicha ausencia esta compensada por otras características, estas a su vez no son tan evidentes (Häfliger, & Scholz, 2002).

Las gramíneas pertenecen a la familia Poaceae, la más grande de las familias del Reino vegetal. Según Dawson, y Hatch, (2002), dicha familia está compuesta por 5 sub-familias las cuales presentan un alto grado de variabilidad, de manera que la asignación de un ejemplar a una determinada sub-familia se basa más en el número de caracteres compartidos con otros miembros de un grupo

determinado, que en uno o en algunos caracteres claves.

En cualquier caso la Panicoideae es una de las sub-familias dentro de la cual se encuentra la tribu Paniceae. Dentro de esta tribu, a su vez, se encuentra el género *Pennisetum* el cual agrupa a cerca de 80 especies (Dawson, y Hatch, 2002) Muestras del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) obtenidas de la finca Guamurú, en San Pedro de los Milagros (Antioquia), fueron analizadas por Sánchez y Pérez (comunicación en foro) en el Herbario MEDEL de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, identificándolo tentativamente como *Pennisetum violaceum* (Lam.) Rich. ex Pers. Sánchez, y Pérez, (2007), (comunicación en foro) advierten, sin embargo, que no existe total certeza sobre su identidad y que, ya sea que se trate de una especie silvestre o del híbrido mencionado anteriormente (*P. americanum L. x P. purpureum Schum*), su identificación correcta requerirá de estudios morfológicos y citogenéticos adicionales.

La variabilidad del denominado pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) deja un nivel de incertidumbre que sólo se podría aclarar mediante un muestreo general en diferentes sitios que indique la variación geno- y fonotípica de la especie (Sánchez, & Pérez, 2007), comunicación en foro, por lo que se clasifica al género *Pennisetum* como lo muestra el cuadro 1.

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO *Pennisetum*

Familia	Sub-familias	Tribus	Géneros	Especies
<i>Poaceae</i>	<i>Pooideae</i>			
	<i>Chloridoideae</i>			
	<i>Oryzoideae</i>			
	<i>Bambusoideae</i>			
	<i>Panicoideae</i>			
		<i>Andropogoneae</i>		
		<i>Festuceae</i>		
		<i>Hordeae</i>		
		<i>Agrostideae</i>		
		<i>Paniceae</i>		
			<i>Axonopus</i>	
			<i>Brachiaria</i>	
			<i>Cenchrus</i>	
			<i>Digitaria</i>	
			<i>Echinoshloa</i>	
			<i>Eriochloa</i>	
			<i>Melinis</i>	
			<i>Panicum</i>	
			<i>Paspalidiun</i>	
			<i>Paspalum</i>	
			<i>Pennisetum</i>	
				<i>americanum</i>
				<i>purpureum</i>
				<i>clandestinum</i>
				<i>typhoides</i>
				<i>violaceum</i>
				<i>Villosum</i>

Fuente: Correa, H. et al. (2007).

### 3. Características generales

Según Franco, (2005), señala las características principales del pasto:

- Es una gramínea muy adaptable a diversas condiciones topográficas y climáticas.

- 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.
- Existen muchos tipos de pasto elefante parecido genéticamente.
- Uno solo es Maralfalfa, no se debe confundir.
- Posee un alto nivel de proteínas, en nuestros cultivos en base seca nos ha dado hasta el 17.2% de proteína.
- Posee un alto contenido de carbohidratos azúcares que lo hacen muy apetecible por los animales.
- En la zona ha superado en un 25% de crecimiento a pastos; como el King Gras, Taiwán Morado, elefante, etc.

#### **4. Hábitos de crecimiento y adaptación.**

Especie perenne alta, crece en matojos, los tallos pueden alcanzar de 2 a 3 centímetros de diámetro y alturas de dos a tres metros y hasta cuatro metros si se le deja envejecer. Las hojas tienen de dos a cuatro centímetros de ancho y de treinta a setenta centímetros de largo; la superficie es lisa a partir de los 900 msnm. y por debajo de esa altura desarrolla pubescencia, la panícula es parecida a una espiga dura cilíndrica y densamente pubescente, comúnmente de 15 a 20 centímetros de largo, muy florecida, las espiguillas crecen en racimos con un callo peludo en la base y con cerdas escabrosas (Franco, 2005).

Esta gramínea crece bien desde el nivel del mar hasta los 2700 metros. Se comporta bien en suelos con fertilidad media o alta y de pH bajos. Su mejor desarrollo se obtiene en suelos con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. En alturas superiores a los 2200 metros su desarrollo es más lento y la producción es inferior. No se conoce con exactitud que cantidad de forraje se ve disminuida a alturas superiores a los 2 200 msnm y como afecta las condiciones climáticas: luminosidad, precipitaciones, (Franco, 2005).

## 5. Producción de forraje

En zonas con suelos pobres en materia orgánica, que van de franco-arcillosos a franco-arenosos, en un clima relativamente seco, con ph de 4,5 a 5 a una altura aproximada de 1.750 m.s.n.m. y en lotes de tercer corte, se han obtenido cosechas a los 75 días con una producción promedio de 28,5 kilos por metro cuadrado, es decir, 285 toneladas por hectárea, con una altura promedio por caña de 2,50 mts. Los cortes se deben realizar cuando el cultivo alcance aproximadamente un 10 % de espigamiento, (Uría, 2014).

## 6. Análisis Bromatológico

De acuerdo con diversos estudios realizados éstos son los resultados de los contenidos nutricionales del Pasto Maralfalfa, como señalan en el cuadro 2 y 3:

Cuadro 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL *Pennisetum sp.*

Nutrientes	%
Humedad	79,33
Fibra	53,33
Grasa	2,1
Cenizas	13,5
Carbohidratos Solubles	12,2
Nitrógeno	2,6
Proteína	16,25
Mg	0,29
Calcio	0,8
Fósforo	0,33
Proteína Digestible	7,43
TND	63,53

Fuente: <http://www.maralfalfaprogreso.com>, (2007).

Es conocido que el contenido de humedad de los forrajes puede constituirse en una limitante para el consumo de materia seca (CMS) (NRC, 1989). En ese sentido, se podría presumir que en igualdad de condiciones podría existir un menor CMS en pastos suculentos frente a pastos con mayor contenido de MS. De hecho, el alto contenido de humedad en los pastos de clima frío altamente



fertilizados podría ser un limitante mucho mayor que el contenido de PC y de FDN, tanto para el CMS como para la producción de leche (Correa,2005).

Cuadro 3. 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	2,9	12,95	56	37,96	7,27	23,95
Sin Fertilización	12,11	22,05	3,4	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. et al. (2007).

MS = Materia Seca.

PC = Proteína Cruda.

EE = Extracto Etéreo.

Cen = Cenizas.

CNF = Digestibilidad verdadera de los Carbohidratos.

FDN = Fibra detergente Neutro.

FDA = Fibra detergente Ácida.

Lig.= Lignina.

## 7. Órganos Vegetativos

Según Correa, (2007), en su investigación Maralfalfa: Mitos y Realidades realiza una caracterización de cada uno de los órganos vegetativos del pasto, de la siguiente manera:

### a. Raíces

Las raíces del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) son fibrosas y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas, son de crecimiento rápido y de alta capacidad de profundizar en el suelo.

### b. Tallo

Estas cañas conforman el tallo superficial el cual está compuesto por entrenudos delimitados entre sí, por nudos. Los entrenudos en la base del tallo son muy

cortos, mientras que los de la parte superior del tallo son más largos. Los tallos no poseen vellosidades.

### **c. Hojas**

Las ramificaciones se producen a partir de los nudos y surgen siempre a partir de una yema situada entre la vaina y la caña. La vaina de la hoja surge de un nudo de la caña cubriéndola de manera ceñida. Los bordes de la vaina están generalmente libres y se traslapan.

Es muy común encontrar bordes pilosos, siendo esta una característica importante en su clasificación.

### **d. La lígula**

Que corresponde al punto de encuentro de la vaina con el limbo, se presenta en corona de pelos. Mientras que la longitud y el ancho de las hojas pueden variar ampliamente dentro de una misma planta. La presencia de pelos en el borde de las hojas, es otro elemento fundamental en la descripción de esta especie.

### **e. Órganos Reproductivos**

En general, lo que se considera como la flor de las gramíneas no es más que una inflorescencia parcial llamada espiga. De acuerdo con la ramificación del eje principal y la formación o no de pedicelos en las espigas, se pueden distinguir diversos tipos de inflorescencias siendo las más generales la espiga, la panícula y el racimo. En el caso particular del pasto *Pennisetum sp*, las inflorescencias se presentan en forma de panícula las cuales son muy características del género *Pennisetum*. (Dawson S, et.al,2002), como muestra el gráfico 2.

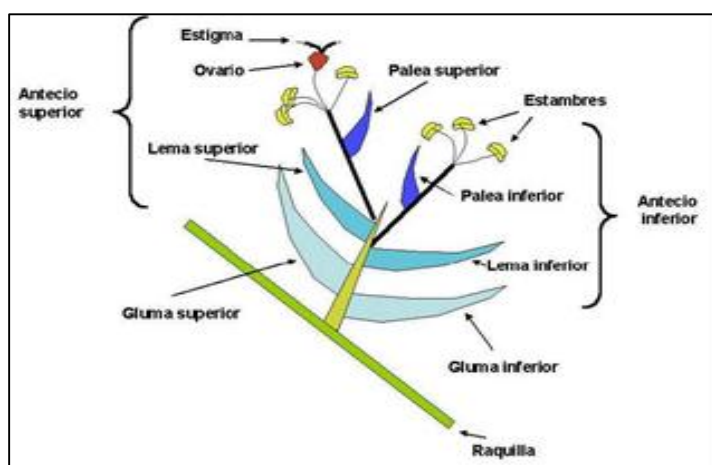


Gráfico 2. Esquema de las espiguillas del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*)

Las espiguillas en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) es típica del género *Pennisetum*, esto es, presenta seis brácteas: dos glumas, dos lemas y dos paleas. Sin embargo, hace falta adelantar una descripción más detallada de las mismas. Algunas claves para su clasificación a partir de las estructuras que se pudieran hallar, son las siguientes: las flores bajas pueden estériles y vigorosas o sin estambres, las flores superiores pueden ser fértiles, con un tamaño entre la mitad o igual al de las flores inferiores; las primeras glumas pueden estar fusionadas con callos, sin rodear la base de la espiga y sin aristas; la lema de la parte superior es suave, sin arista, de color café a amarillo o púrpura, glabra, con márgenes redondeadas o planas, sin aristas; la palea de las flores superiores están presentes. Poseen tres estambres; y las anteras son oscuras o grises (Dawson, S. & Hatch, T. 2002).

## 8. Datos técnicos

Según Correa, (2005), manifiesta que la comercialización del pasto, señalan que el Maralfalfa es una variedad de pasto dulce muy rico en nutrientes, del género *Pennisetum*, (*Pennisetum violaceum*) de la familia del que comúnmente conocemos como Elefante, con los siguientes datos técnicos:

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

Se da en alturas comprendidas desde el nivel del mar hasta 3000 metros. Se adapta bien a suelos con fertilidad media a alta. Su mejor desarrollo se obtiene en

suelos con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje.

**b. Rendimiento**

Se han cosechado entre 28 Kg. y 44 Kg. por metro cuadrado, dependiendo del manejo del cultivo.

**c. Carbohidratos**

Tiene un 12 % de carbohidratos (azúcares, etc.) por lo tanto es muy apetecible por los animales herbívoros.

**d. Siembra**

La distancia recomendada para sembrar la semilla vegetativa, es de cincuenta centímetros (50 cm.) entre surcos, y dos (2) cañas paralelas a máximo tres centímetros (3 cm.) de profundidad.

**e. Cantidad de semilla por Ha**

Con 4.000 Kilos de tallos por Hectárea.

**f. Altura**

A los 70 días alcanza alturas hasta de 3 metros de acuerdo con la fertilización y cantidad de materia orgánica aplicada.

**g. Corte**

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

**h. Fertilización**

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:

Abono 10.20.20 (Urea, Fósforo y Potasio).

Abono 15-15-15 (Urea, Fósforo y Potasio).

#### **i. Uso**

Franco, (2008). señala 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.

#### **j. Reporte de utilización**

Según Franco, (2008), reporta 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, nos 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, que con un valor promedio de Bs.635 por Kg. Equivalente a Bs.1.875 por vaca, por los 155 animales nos dará un ahorro total de Bs. 8.718.900 al mes.

En Novillos de Engorde se han alcanzado hasta los 1.416 Gramos diarios de ganancia en peso, a base de pasto maralfalfa, agua y sal a voluntad.

### **9. Ventajas del maralfalfa.**

Correa, (2005), manifiesta que las ventajas del Maralfalfa son las siguientes:

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

Grass, Taiwán Morado, Elefante, etc.

#### **D. INVESTIGACIONES REALIZADAS**

Alzamora (2011). En la provincia de Chimborazo, cantón Chambo, parroquia la Matriz, en la hacienda "Chugllin", se evaluó el comportamiento productivo forrajero del *Pennisetum violaceum* (maralfalfa) bajo la aplicación de diferentes niveles de humus, desarrollada en un cultivo establecido, las unidades experimentales fueron de 5 x 5 metros; aplicando 3 tratamientos más 1 testigo con 3 repeticiones, teniendo un total de 12 parcelas, el área total del campo experimental fue de 300 m<sup>2</sup> de área útil. La distribución de los tratamientos se hizo mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar. Los resultados reportan que la aplicación de 8 tn/ha de humus (T3), registra las mejores alturas y producción de materia seca, a los 45, 75 días con 1.16 y 1.90 metros y 8,57 y 39,07 tn/ha, respectivamente. La mayor producción de forraje verde a los 75 días la reporto el tratamiento T3. (64.68 TnFV/ha), En el análisis bromatológico el mejor contenido proteínico y graso a los 45 y 75 días, (11.64; 11.59; 0.91 y 0.88% respectivamente) fue al fertilizar con 8 tn/ha de humus (T3), en tanto que el mejor contenido de humedad a los 45 y 75 días se reportó en el tratamiento T2 con 60.86 y 60.91%, en su orden. El análisis económico señala que el mejor beneficio costo se registró en el tratamiento T3 con 5,44 es decir una rentabilidad del 44%. Por lo que se recomienda fertilizar con 8% de humus (T3), ya que se reportaron los mejores índices de producción tanto en materia seca como forraje verde.

Abarca, (2011), evaluó el 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 utilizo 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.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo investigativo se desarrolló en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la panamericana sur kilómetro 1 ½, del Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, asentada a una altitud de 2740 msnm. Con una latitud de 01°38" Sur y una longitud de 78°26' W. El tiempo de duración de la investigación fue de 60 días, los cuales fueron distribuidos conforme a las necesidades de tiempo para cada actividad.

Las condiciones meteorológicas de la Facultad de Ciencias Pecuarias se detallan a continuación cuadro 4.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.

INDICADORES	2016
Temperatura (°C).	15
Precipitación (mm/año).	2750
Humedad relativa (%).	60

Fuente: Estación Agro meteorológica, Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH, (2016)

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

La presente investigación estuvo constituida por tres tratamientos experimentales más un testigo, cada uno con 5 repeticiones, teniendo un total de 20 parcelas con un área de 10 m<sup>2</sup>, registrando un área total de 200 m<sup>2</sup>, de *Pennisetum sp.* (Maralfalfa).



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

### **1. Materiales**

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

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

#### **b. Herramientas**

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

### c. Equipos

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

### d. Insumos

- Abono orgánico comercial (eco hum dx).
- Enraizador (raiz plant 500).

## D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó la productividad del Maralfalfa, bajo el efecto de tres dosis de abono orgánico comercial, (4, 5 y 6 litros/ha) más una base estándar de enraizador (3 litros/ha) comparándola con un testigo, cada tratamiento con 5 repeticiones, las cuales se evaluaron bajo un Diseño Completamente al Azar, cuyo modelo lineal aditivo es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de los tratamientos.

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto de los tratamientos i. (Tipo de abono orgánico más enraizador).

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

### 1. Esquema del Esquema del Experimento

El esquema del experimento se planteó de la siguiente manera, como se detalla en el cuadro 5.

Cuadro 5. ESQUEMA DE EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	T.U.E( $m^2$ )	Repeticiones.	Total ÁREA ( $m^2$ )
Testigo	T0	10	5	50
Eco hum Dx (4 L/ha) + Raizplant 500 (3 L/ha)	T1	10	5	50
Eco hum Dx (5 L/ha) + Raizplant 500 (3 L/ha)	T2	10	5	50
Eco hum Dx (6 L/ha) + Raizplant 500 (3 L/ha)	T3	10	5	50
<b>TOTAL</b>				<b>200</b>

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

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones que se tomaron en cuenta en la investigación son:

- Análisis de suelo inicial y final.
- Altura de planta en (cm), 15, 30 y 60 días.
- Producción de forraje verde a los 60 días Tn/ha/Corte.
- Producción de forraje en materia seca a los 60 días Tn/ha/Corte.
- Análisis bromatológico a los 60 días del pasto maralfalfa
- Análisis beneficio costo.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

1. Análisis de varianza (ADEVA).
2. Separación de medias por el método de Tukey ( $P \leq 0.01$ ) y ( $P \leq 0.05$ ).
3. Análisis de Regresión y Correlación.

## 1. Esquema del ADEVA

En el cuadro 6, se puede apreciar el análisis de la varianza utilizado en esta investigación.

Cuadro 6. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

ADEVA	Grados de libertad
Total	19
Repeticiones	4
Tratamientos	3
Error	12

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Descripción del experimento

- Previo al inicio de la investigación se delimito las parcelas de pasto maralfalfa en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, luego se procedió a tomar muestras del suelo y un corte de igualación; se efectuó el análisis químico del suelo al inicio y al final de la aplicación de los diferentes tratamientos.
- Las labores culturales se realizaron de igual manera para todos los tratamientos y consistió generalmente en el control de malezas y el riego de acuerdo a las condiciones ambientales.
- Se aplicó el abono orgánico comercial más la base enraizadora en dosis (4, 5 y 6 L/ha) en forma foliar.
- Se procedió a tomar las mediciones experimentales, como altura de la planta a los 15, 30 y 60 días.

- Una vez que la planta llegó a su desarrollo se determinó la producción de forraje tanto en materia verde como en seca.
- Finalmente se realizó el análisis bromatológico del forraje.

## H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### 1. Análisis del suelo antes y después del ensayo

La muestra del suelo se toma antes y después de la investigación, de 15 a 20 cm de profundidad del suelo.

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

La altura de la planta de maralfalfa a los 15, 30 y días, se midió desde la base del tallo hasta la media terminal de la hoja más alta con la ayuda de una cinta, considerando muestras al azar de las plantas que se encuentran en la Línea de Canfiel para posteriormente determinar un promedio general de la parcela y eliminar el efecto del borde.

### 3. Producción de forraje en materia verde, (Tn.FV/ha/corte)

Se evaluó en función al peso, para lo cual se cortó una muestra representativa de cada parcela mediante la utilización de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup>, dejando en la planta una altura de 5 cm, para el rebrote, el peso obtenido se relacionó con el 100% de la parcela, y posteriormente se estimó la producción en T/ha/corte.

### 4. Producción de forraje en materia seca, (Tn.MS/ha/corte).

La producción de materia seca se obtuvo mediante la utilización de una estufa, contrastando los pesos iniciales de los finales, posteriormente fueron expresados en toneladas por hectárea y por año (Tn/ha/año).

## 5. Análisis bromatológico

La determinación de humedad, cenizas, fibra, proteína bruta y extracto etéreo, se lo efectuará a los 60 días y se enviará una muestra al laboratorio de Agrocalidad.

## 6. Análisis del suelo antes y después del ensayo.

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

## 7. Análisis económico

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

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

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

##### **A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL *Pennisetum sp* BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGANICO COMERCIAL MAS UNA BASE DE ENRAIZADOR**

###### **1. Altura de la planta a los 15 dias (cm)**

La altura de la planta a los 15 días de la especie evaluada bajo el efecto de diferentes niveles de abono orgánico más una base de enraizador, no difieren estadísticamente ( $P \geq 0.05$ ), la mayor altura de 40,46 cm, se obtuvo con el tratamiento de 4L/ha de Eco hum (T1) y la menor altura de 34,36 cm se registró con el tratamiento de 6 L/ha (T3),. respuestas medias originaron los tratamientos de T2 y T0 con 38,84 y 38,08 cm de altura respectivamente, como se indica Cuadro 7 y grafico 3. Esto se debe probablemente a lo indicado por <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 la planta tendrá mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos.

Las respuestas anteriormente señaladas probablemente se deban a lo mencionado por Romera, (2013), el humus es un producto de coloración oscura, que resulta de la descomposición de los tejidos vegetales y animales que se encuentran en contacto con el suelo, el ingrediente activo por así decirlo de estos productos son restos o excreciones vegetales o animales, que con su acción, mejoran la nutrición de las plantas y estimulan su crecimiento, con el consecuente incremento en los rendimientos agroindustriales, sin dañar en gran medida el equilibrio entre los componentes bióticos y abióticos de los agro ecosistemas y por lo tanto incentivan el aumento de la altura de la planta de maralfalfa

Cuadro 7. COMPORTAMIENTO AGROBOTÁNICO DEL *Pennisetum sp* ( maralfalfa), BAJO EL EFECTO DE VARIOS NIVELES DE ABONO ORGANICO COMERCIAL MAS UNA BASE DE ENRAIZADOR .

VARIABLE	NIVELES DE ABONO								EE	Prob	Sig.
	0 L/ha		4 L/ha		5 L/ha		6 L/ha				
	T0		T <sub>8</sub>		T2		T3				
Altura a los 15 días (cm)	38,08	a	40,46	A	38,84	a	34,36	a	1,85	0,1771	ns
Altura a los 30 días (cm)	62,86	a	52,28	A	54,40	a	51,96	a	3,84	0,2061	ns
Altura a los 60 días (cm)	83,8	a	76,4	A	87,2	a	92,68	a	4,52	0,1322	ns
P. forraje verde (Tn/ha)	10,24	b	10,12	B	10,46	b	14,96	a	0,58	0,0001	**
Materia seca(Tn/ha)	1,7	b	1,74	B	1,77	b	2,45	a	0,10	0,0004	**

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

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

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

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



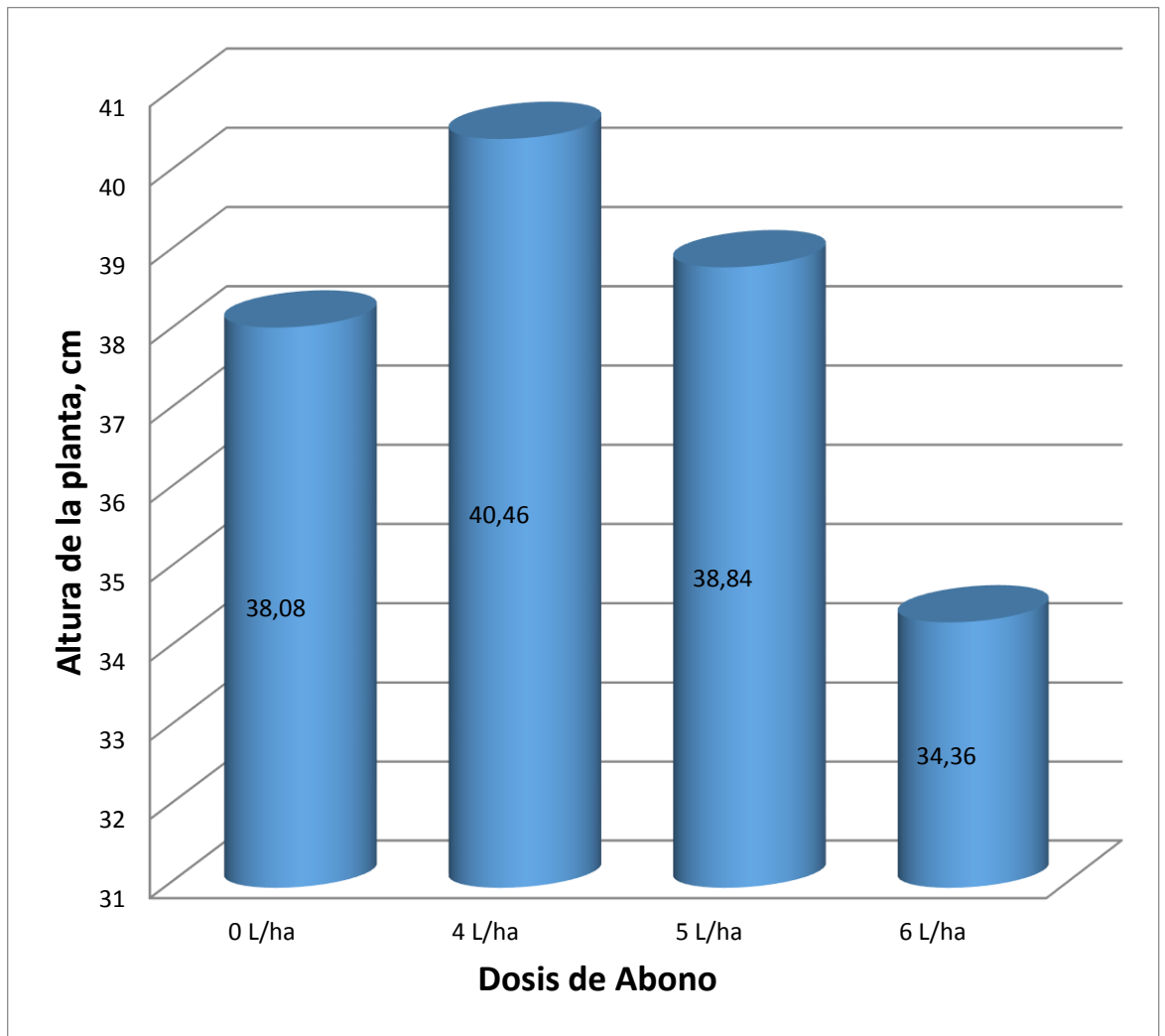


Gráfico 3. Comportamiento de la altura de la planta a los 15 días, del *Pennisetum* sp. por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador.

Los resultados obtenidos para esta variable se hallan directamente relacionados a lo descrito por Gonzales, (2006), quien manifiesta que las sustancias Húmicas, además de su influencia química, física y biológica sobre las propiedades del suelo, también poseen auxinas y/o precursores de su síntesis o actividad, por lo que en efectos globales, su efecto en el metabolismo de los cultivos se nota en una mayor crecimiento de la planta.

## **2. Altura de la planta a los 30 días (cm)**

Al evaluar la variable en estudio a los 30 días, las medias registradas de altura de la planta, no presentaron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), donde las alturas registradas fueron de 62,86, 54,40, 52,28 y 51,96 cm, que corresponden a los tratamientos T0, T2, T1 y T3 respectivamente y en su orden, según como se observa en el gráfico 4.

En cuanto al estudio de esta variable Romero, (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 Santos A. (2012), 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 Andrade J. (2010), 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 favoreció un mejor rendimiento en la altura de planta que superaron a los datos en el presente ensayo.

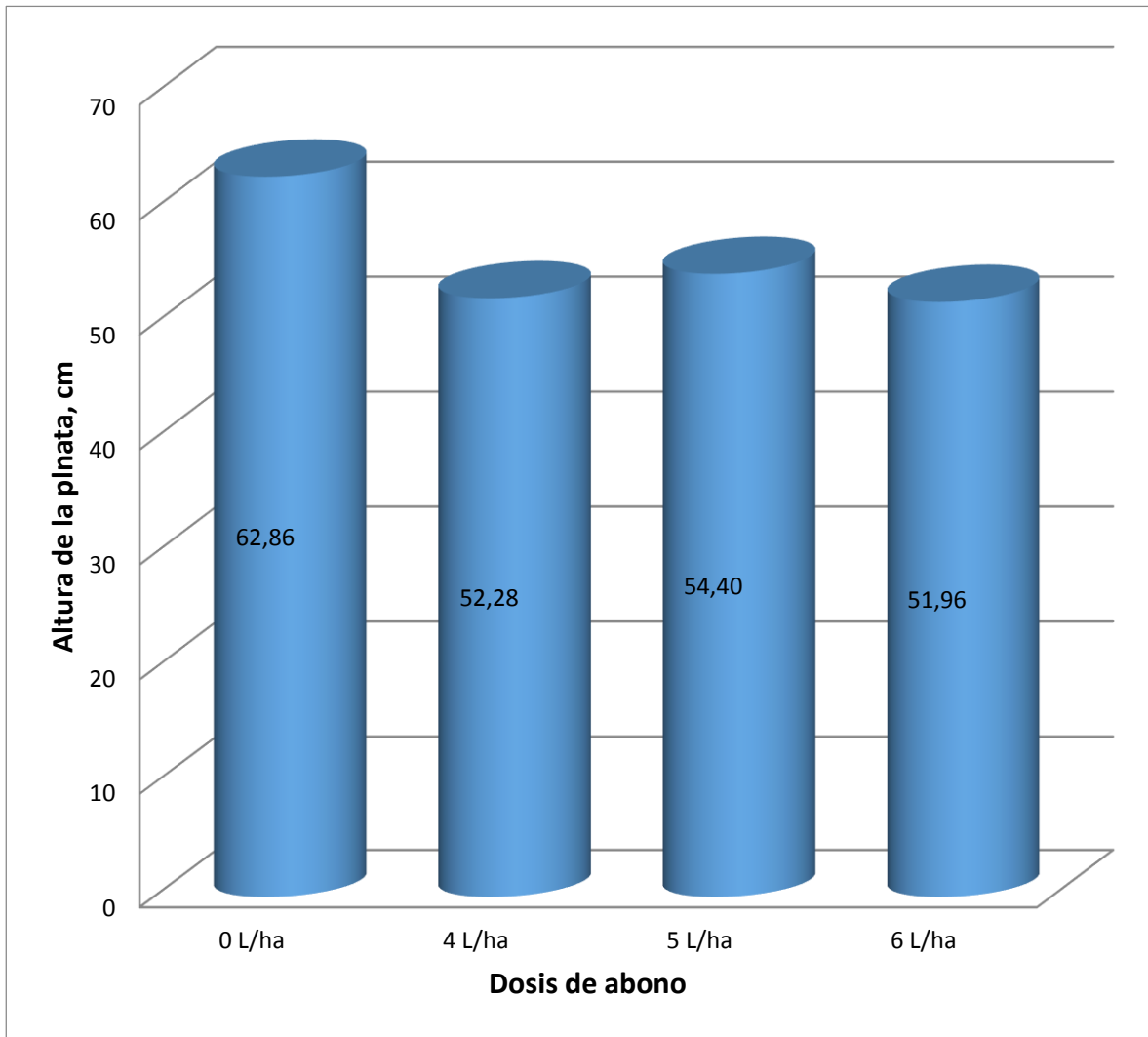


Gráfico 4. Comportamiento de la altura de la planta a los 30 días, del *Pennisetum* sp. por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador.

### 3. Altura de la planta a los 60 días (cm)

Para la evaluación de la altura de la planta a los 60 días, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, en donde las mayores alturas registradas en el pasto maralfalfa fue por efecto de 6 L/ha de eco hum con 92,68 cm en tanto que las respuestas menos eficientes se consiguieron con la aplicación de 4 L/ha con 76,40 cm (grafico 5).

Según Calachorano, (2005), Por las respuestas anotadas se puede deducir que la altura de la planta no se vio afectada conforme se incrementa las dosis de abono orgánico, sin embargo es importante recalcar que el Eco hum Dx al ser humus por ser un producto que se basa en sustancias húmicas concentradas, actúa como bioestimulante foliar y radical, el cual mejora el balance nutricional de los cultivos y producen activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber.

En los estudios realizados por Abarca, (2011), al aplicar 8 Tn/ha de casting obtuvo una altura de este pasto de 105.00 cm en la estación Experimental Tunshi de la ESPOCH en la provincia de Chimborazo, Romero, (2010), al abonar con 2.5 litros/ha de micorrizas obtiene alturas de este pasto de 126.13 cm a los 60 días Gaona, (2007), informa al realizar investigaciones sobre el efecto de la edad de corte sobre el rendimiento de este pasto determina Cruz, (2008), la altura a los 60 días de corte con una fertilización inorgánica de (15- 15-15) en cantidad de 100 Kg/ha una altura de 187.00 cm, estas altura son superiores en relación a la estudiada, esto se deba a las diferentes condiciones edafológicas y climatológicas de las investigaciones citadas, así como a los tipos de fertilización empleadas, de manera que los fertilizantes químicos son aprovechados más rápido, pero de igual manera son fácilmente lixiviados y volatilizados sus componentes según (Mejía, 2006).

Las alturas alcanzadas por el *Pennisetum sp.* a las diferentes edades de cortes por efecto de P, son menores a las reportadas por Correa, (2007), quienes manifiestan que el Maralfalfa alcanza una altura de 2.50 m a los 75 días de corte, en cambio Restrepo, (2004); señala

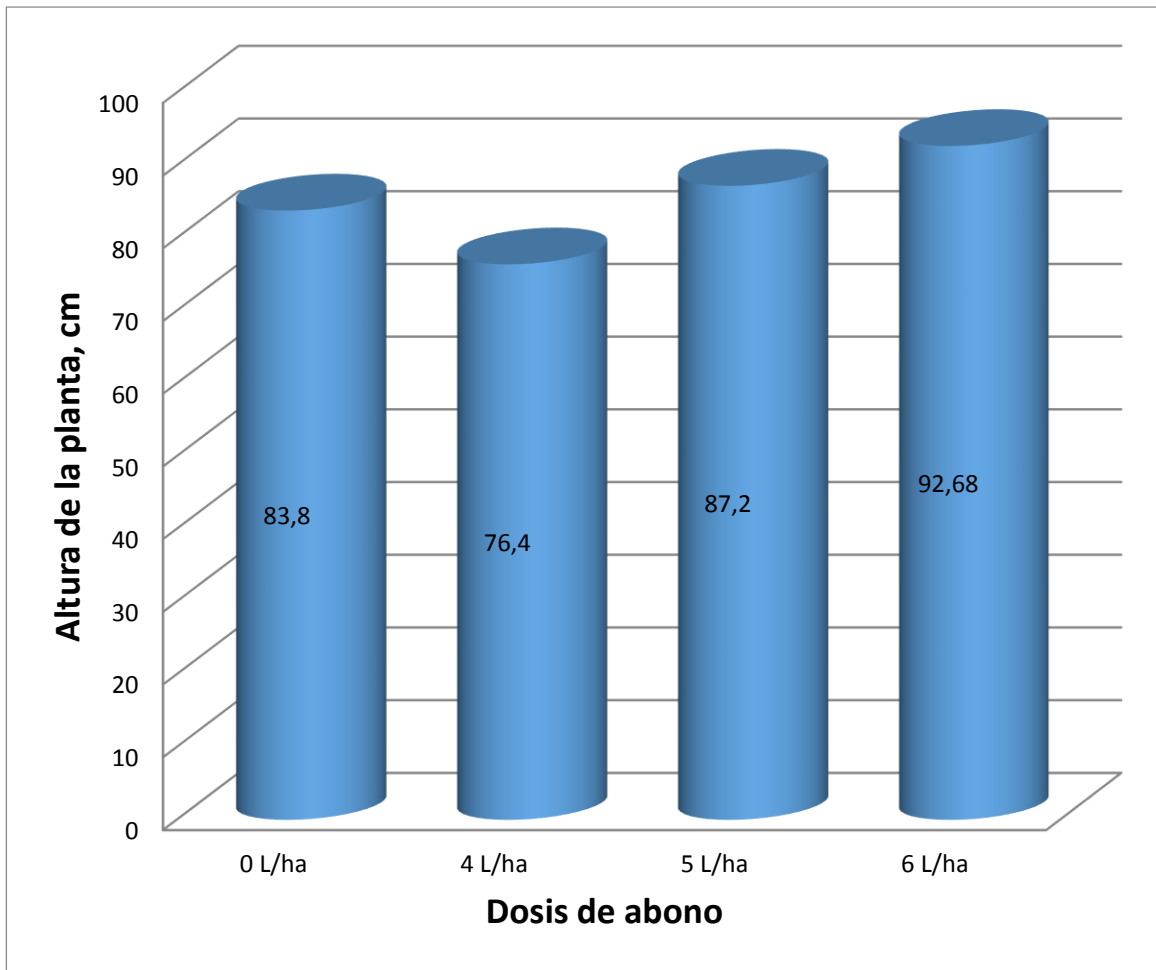


Gráfico 5. Comportamiento de la altura de la planta a los 60 días, del *Pennisetum* sp. por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador.

que el pasto puede alcanzar una altura de 4.00 m a los 90 días con una fertilización adecuada, esto se debe a que las investigaciones se realizaron en diferentes sitios ecológicos.

#### 4. Producción de forraje verde

Las medias de la producción de forraje verde determinadas por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) en la fertilización foliar en el *Pennisetum sp* se muestran en el (grafico 6) registraron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ), observando la mayor cantidad de forraje verde/ Ha/corte para el T3 con 14,96 tn/ha/corte, y la menor producción de forraje verde/ Ha/corte para el T1 con 10,12 tn/ha/corte, esto se debe probablemente a los manifestado de acuerdo a Arrizaga, A. (2007), en donde informa que los abonos orgánicos ejercen multilateral efecto sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, en caso de adecuada utilización, elevan de manera importante la producción de los cultivos agrícolas.

Al analizar los resultados expuestos se define que a mayores niveles de ácidos orgánicos, la producción de forraje verde/ Ha/corte también se eleva. Lo que puede deberse a lo señalado por Calachorrano, J. (2005), manifiesta que el humus 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, que provocan el incremento de la producción en forraje verde.

Para el análisis de la regresión de la producción de forraje verde se determinó un coeficiente de determinación de 32,22 Tn/has/corte que depende de la aplicación de los diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador por cada nivel del 0- 6 se incrementa en 0,50 , entonces el 54% va a depender de los niveles de abono orgánico (grafico 7), esto se debe a lo que manifiesta lo citado por Guillavod, N. (2013), indica que la fertilización orgánica enriquece el suelo con microorganismos benéficos, regenerando su vida microbiana y microfauna, además de incrementar la mineralización, por lo que mejora las características fisiológicas

de las plantas, tiene actividad fitohormonal, favoreciendo el crecimiento de las raíces y por ende se conseguirá una mayor producción vegetal.

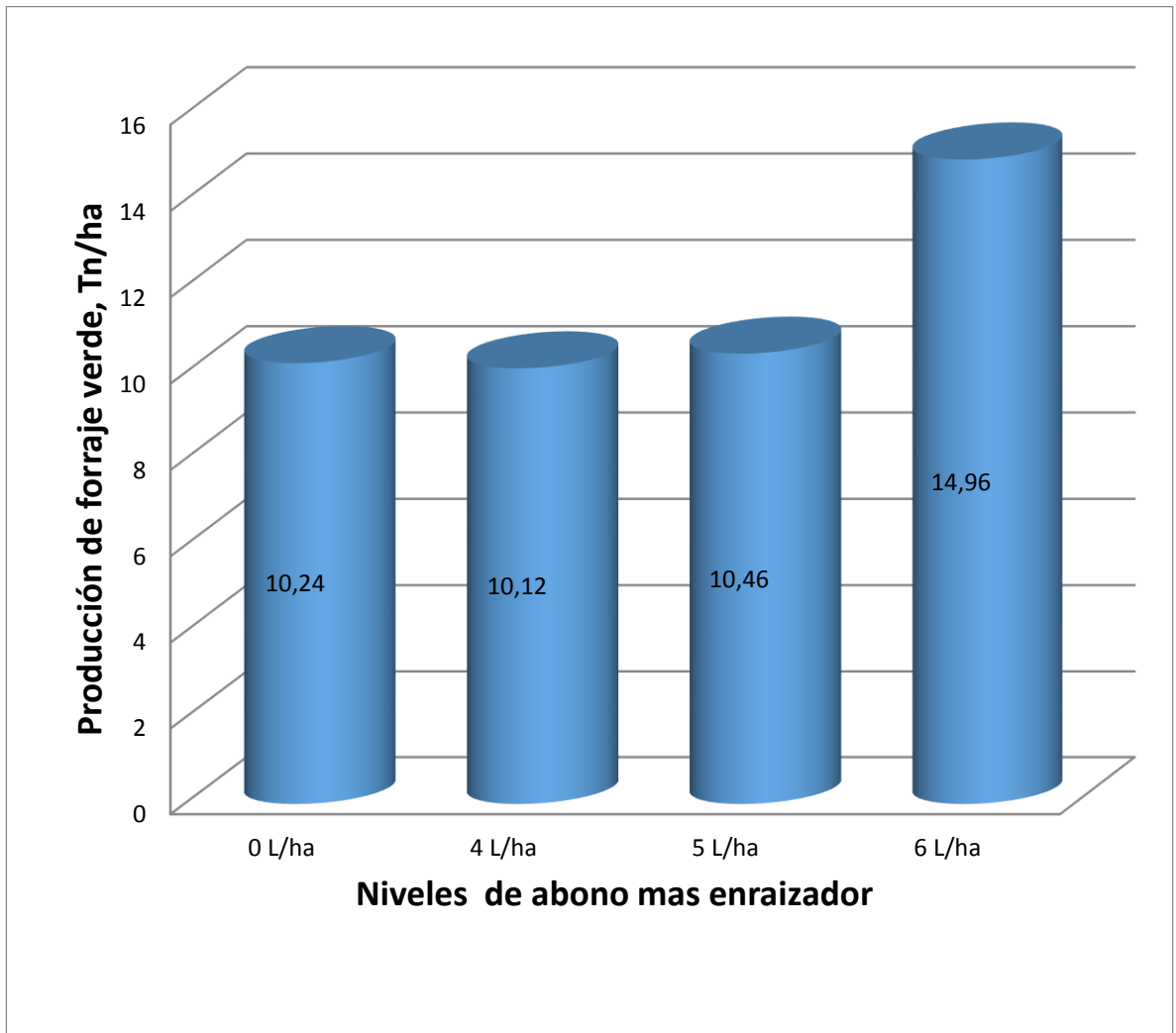


Gráfico 6. Comportamiento de la producción de forraje verde del *Pennisetum* sp. por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador.

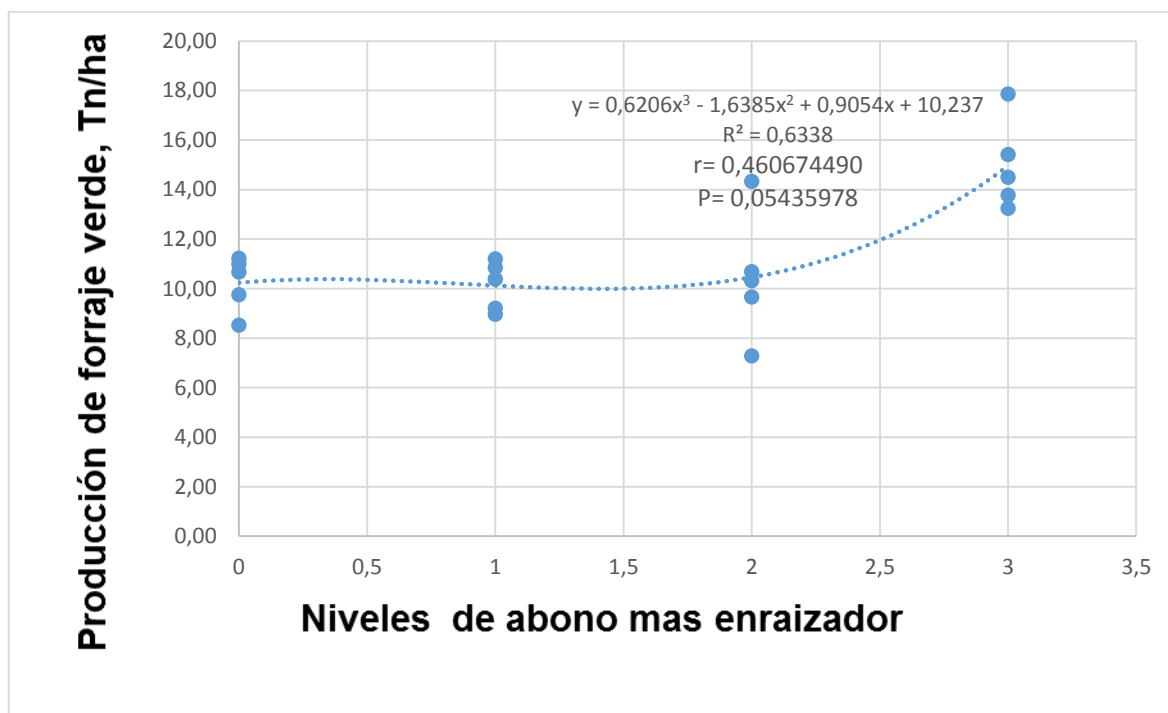


Gráfico 7. Análisis de Regresión y Correlación de la producción de forraje verde del *Pennisetum* sp. por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador.

## 5. Producción de materia seca

Para la producción de de la materia seca Tn/ha/corte se observa en el (cuadro 7) por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) en la fertilización foliar en el *Pennisetum* sp, registraron diferencias altamente significativas registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), reportando la mejor respuesta al utilizar 6 L/ha (T3) de abono orgánico mas enraizador con una producción de 2.45 Tn/ha de materia seca y el menor con 1.70 Tn/ha (T0) correspondiente a los tratamientos, lo que se debe probablemente a los manifestado de acuerdo a Calachorrano, (2001), en donde informa que los abonos orgánicos ejercen multilateral efecto sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, en caso de adecuada utilización, elevan de manera importante la producción de los cultivos agrícolas esto observamos en el gráfico 8.



Por otra parte de acuerdo a los resultados expuestos se afirma que a medida que se incrementa los niveles de ácidos húmicos la producción de materia seca también se incrementa lo que está relacionada a lo descrito por Restrepo, R. (2016), cuando indica que el hombre al realizar la abonadura modifica las concentraciones de iones del suelo de forma natural, para aumentar la producción de sus cultivos, Los ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. Estos influyen directamente en la fertilidad del suelo, a la vez que contribuyen significativamente a su estabilidad, incidiendo en la absorción de nutrientes y como consecuencia directa, en un crecimiento excepcional de la planta, indicando que los cultivos orgánicos proponen alimentar a los microorganismos del suelo para que estos a su vez de manera indirecta favorezcan a las plantas, debido a las diferencias observadas en cada tratamiento, específicamente en lo que tiene que ver con la producción en materia seca.

Para el análisis de la regresión de la producción de forraje verde se determinó un coeficiente de determinación de 22,88 Tn/has/corte que depende de la aplicación de los diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador por cada nivel del 0- 6 se incrementa en 0,08 , entonces el 53% va a depender de los niveles de abono orgánico (grafico 9), Estos resultados pueden explicarse a través de lo indicado por Bollo, (2006), algunas de las características más beneficiosas del humus son su colaboración en el proceso de creación de potasio, fósforo y nitrógeno, tres elementos vitales para el desarrollo de los cultivos por otro lado a los suelos pobres ayuda en el crecimiento de las plantas; en el sistema de retención y drenaje del agua de los suelos, permitiendo que las plantaciones cuenten con la justa cantidad de agua que necesitan para el desarrollo.

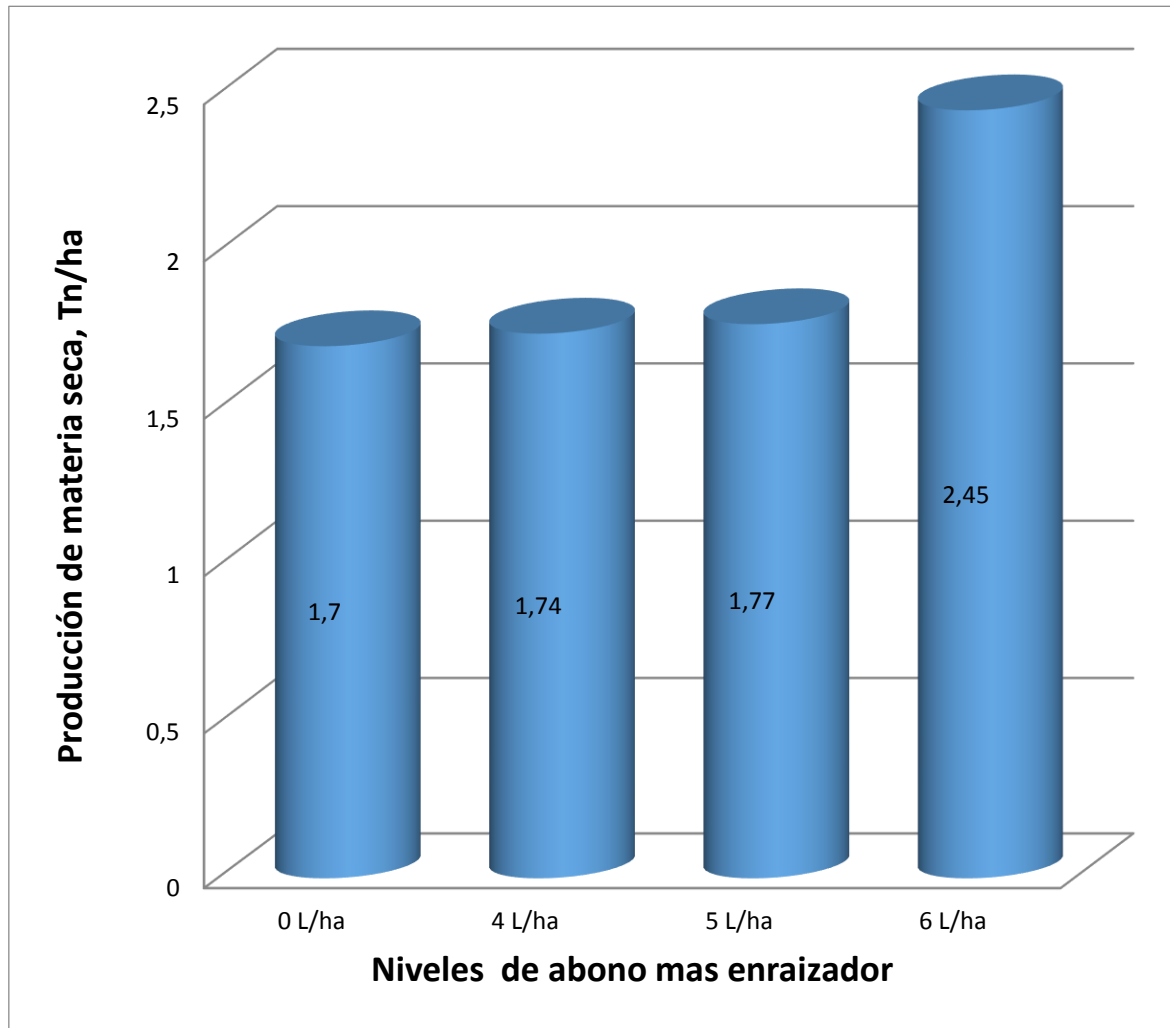


Gráfico 8. Comportamiento de la producción de materia seca del *Pennisetum* sp. por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador

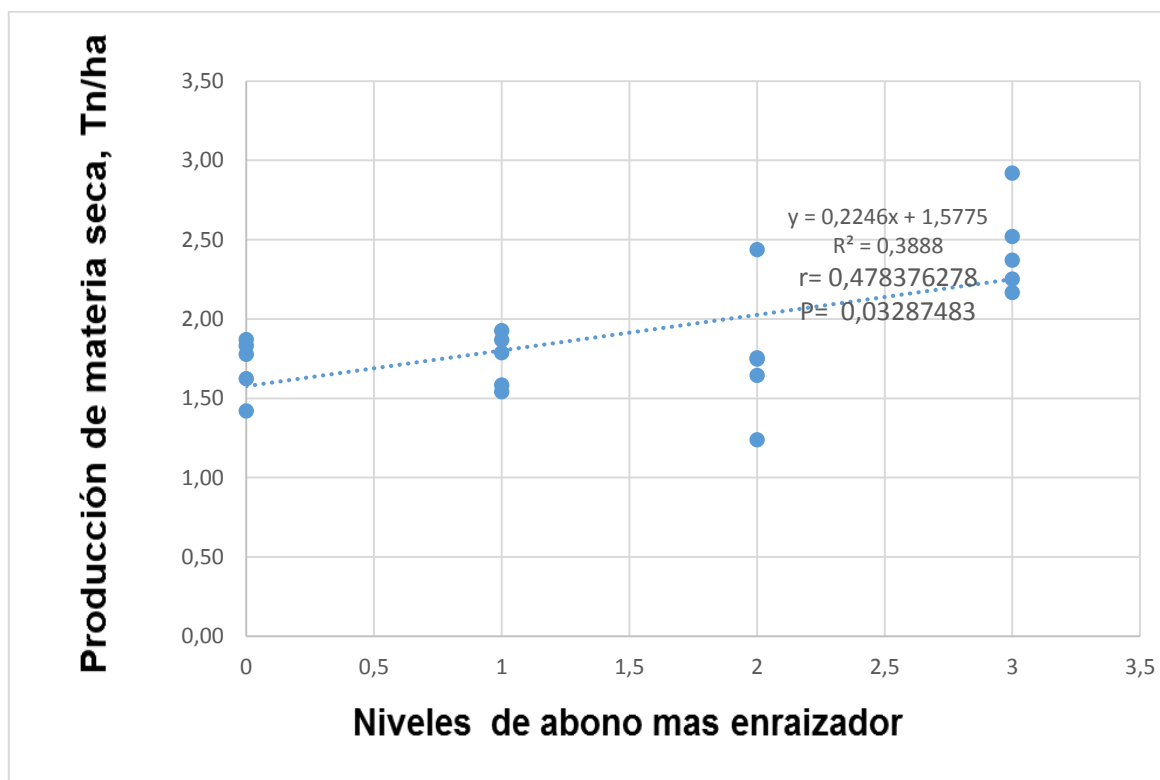


Gráfico 9. Análisis de regresión y correlación de la producción de materia seca del *Pennisetum* sp. por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador.

Comparando los resultados obtenidos se consideran inferiores a los reportes realizados por Cruz, (2008) ya que en su investigación de la evaluación del potencial forrajero del maralfalfa con diferentes niveles de fertilización de N y P, registro producciones de materia seca a los 60 días de corte de 5.28tn/ha.

## B. ANALISIS BROMATOLOGICO

El análisis bromatológico de las parcelas de maralfalfa aplicado diferentes niveles de abono orgánico más una base estándar de enraizador, se detallan en el (cuadro 8).

## 1. Proteína

Al evaluar el contenido de proteína, cuadro 8, se demuestra que el mayor porcentaje se obtuvo con la aplicación de 5 l/ha de abono (T2) con 8,76% de proteína, en tanto que las menores respuestas se evidenciaron en el tratamiento testigo con 7,85%, respecto a esto, Suquilanda, (2005), manifiesta que, con la finalidad de tener un pasto con rendimiento rentable, buena palatabilidad y con buen balance de minerales, energía y proteínas, es recomendado tener una mezcla balanceada entre gramíneas y leguminosas.

Alzamora, (2011), menciona que el pasto *Pennisetum sp.*(maralfalfa) a los 45 días de evaluación con varios niveles de humus registra un 9.24 % de proteína , Andrade, (2010), en el estudio de dos sistemas y tres distancias de siembra se determina a los 90 días de corte un contenido de proteína bruta de 11.92 %, como se puede comparar existe diferencias con los autores mencionado debiéndose posiblemente a varios factores como condiciones edáficas , climáticas, así como composición de los abonos aplicados en las parcelas de cada estudio, ya que el uso de los abonos sirven para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y por ende eleva las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo por medio del efecto homeostático (tampón), ya que modera los cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos que llegan a él por contaminación; lo que se ve reflejado directamente la planta sobre el contenido de proteína de la planta porque la abastece de órgano compuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes).

## 2. Materia seca

En el análisis del contenido de materia seca del Maralfalfa se registra el mayor resultados al utilizar el tratamiento T1 (4 l/ha) con 17,20% mientras tanto que los resultados más bajos se identificaron en las parcelas del tratamiento testigo (0 l/Tn) con 15,66%. Al comparar con Cruz, (2009), al utilizar varios niveles de fertilizantes inorgánicos informa una cantidad de materia seca de 11.10 %, en tanto que Andrade, (2010), en el estudio de *Pennisetum sp.*(maralfalfa) con dos sistemas de siembra y tres distancias menciona una materia seca de 17,00 %, estas diferencias

se debe a los diversos abonos y fertilizantes ocupados así como a lo determinado en Bollo, (2006), indica que el humus de lombriz californiana se encarga de controlar la salud y el metabolismo de las plantas de una manera orgánica y natural y también aumenta la calidad, fertilidad, y el contenido mineral del suelo.

Al respecto, Robalino, (2008), señala que se pueden obtener respuestas diferentes no solo por efecto que tienen los biofertilizantes sobre la parcela experimental, sino que están sujetas a las condiciones medio ambientales que se presentan durante la época de producción, especialmente en lo que tiene que ver con los cambios climáticos, como son abundante lluvia y sequias prolongadas que están más de manifiesto en los actuales momentos; pero que en todo caso el contenido de materia seca de los forrajes orgánicos obtenidos no difiere considerablemente con los estudios citados, a más de esto se debe tomar en cuenta, la edad del pasto en la que se realizaron los análisis bromatológicos, ya que mientras más tierno es el pasto tiene mayor contenido de humedad.

### **3. Fibra**

Después de la aplicación de 0, 4, 5 y 6 l/ha de abonos, en la producción de *Pennisetum sp* permitió registrar porcentajes de fibra de 30,61, 28,82, 29,52 y 31,15% respectivamente y en su orden, recordando que la fibra es indispensable en la alimentación animal, principalmente en los rumiantes, puesto que estos animales tienen la capacidad de utilizar eficientemente en su metabolismo ruminal y tienen la capacidad de transformar en tejido muscular. Por su parte Romera, M. (2013), que la fibra es un material generalmente no digerible, pero representa un papel vital en el metabolismo de los rumiantes, la fibra es muy importante en el proceso del metabolismo de estos animales mejorando digestibilidad y absorción de nutrientes.

En los estudios indicados por Abarca, J. (2011), nos da a conocer que esta pasto a los 56 días se obtienen un contenido de fibra de 30.45 %, en tanto que Alzamora, F. (2011), señala que a los 90 días de corte el contenido de fibra es de 52%, como se puede comparar estos valores resultan superiores en relación a los obtenidos en estos estudio debido a los determinado en Urír, R. (2017), A medida que las

plantas crecen, aumenta la necesidad de tejidos de sostén y con ello aumentan también los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa, lignina), disminuye el contenido de sustancias nitrogenadas y de cenizas, y por consiguiente su valor nutritivo

Luego de la aplicación de los diferentes niveles de abono orgánico más una base estándar de enraizador sobre las parcelas de maralfalfa, se evidenció que el mayor porcentaje de grasa se logró con el tratamiento T2 ya que registró el 1,73%, en tanto que las respuestas menos eficientes se observaron en el tratamiento T3 con 1,62%. Romera, (2013), manifiesta que el contenido de grasas en las dietas de los semovientes, hace más apetitosos los alimentos, reduce la finesa y actúa como lubricante durante el proceso de la rumia.

Cuadro 8. ANALISIS BROMATOLOGICO DEL *Pennisetum sp*, BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTE DOSIS DE DE ABONO ORGANICO MAS UNA BASE DE ENRAIZADOR.

Tratamiento	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Materia seca (%)	Cenizas (%)	EEN (%)
0 L/ha	7,85	1,70	30,61	15,66	14,80	45,03
4 L/ha	8,31	1,67	28,82	17,20	15,92	45,29
5 L/ha	8,76	1,73	29,52	17,01	14,84	45,17
6 L/ha	8,12	1,62	31,15	16,35	15,66	43,46

### C. ANÁLISIS DEL SUELO INICIAL Y FINAL.

Mediante la aplicación de forma inicial y final de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base estándar de enraizador (RAÍZPLANT 500), foliarmente en pasto maralfalfa, se reporta los siguientes resultados (cuadro 9):

Cuadro 9. ANALISIS DEL SUELO PRE Y POST FERTILIZACIÓN DEL *Pennisetum sp* (maralfalfa) BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE ENRAIZADOR.

PARÁMETRO	UNIDAD	INICIAL	INTERPRETACION	TESTIGO	INTERPRETACION	T1	INTERPRETACION	T2	INTERPRETACION	T3	INTERPRETACION
pH		8,32	Alcalino	8,06	Alcalino	7,96	Ligeramente Alcalino	8,02	Ligeramente Alcalino	8,47	Alcalino
M. Orgánica	%	2,63	Alto	3,23	Alto	2,73	Alto	2,03	Medio	1,59	Medio
NH4	%	0,13	Bajo	0,16	Medio	0,14	Bajo	0,10	Bajo	0,08	Bajo
Fosforo	mg/kg	115,9	Alto	105,2	Alto	209,5	Alto	151,8	Alto	137,3	Alto
Potasio	cmol/kg	0,36	Medio	0,61	Alto	0,43	Alto	0,57	Alto	0,72	Alto

## 1. Ph

La incorporación de abono orgánico comercial, no cambio el pH del suelo, ya que antes (8,32) y después de la fertilización el pH de suelo se mantuvo con pH entre alcalino y ligeramente alcalino, registrando valores de 8,06, 7,96, 8,02 y 8,47 correspondientes a los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente.

## 2. Materia Orgánica

En el contenido de materia orgánica del suelo pre y post fertilización con abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de enraizador (RAÍZPLANT 500), se registró que hubo un mayor contenido post fertilización en el tratamiento T1, ya que de un valor inicial de 2,63 se incrementó a 2,73%; lo que indica que la acción de los microorganismos como hongos y bacterias mantienen un suelo rico en materia orgánica, de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes, para su desarrollo vegetativo es decir que la cantidad de materia orgánica se mantiene.

Esto debido a que Arrizaga, (2007), señala que los ácidos húmicos son derivados del mineral Leonardita, una forma oxidada de lignito, y son los constituyentes principales de materia orgánica vegetal en un suelo.

## 3. Nitrógeno

El contenido de Nitrógeno del suelo evidenció un aumento significativo, ya que partiendo de 0,13% antes de la fertilización (baja), se incrementa a 0,14%, después de la fertilización (baja), esto se debe a que el principal producto de la descomposición de la materia orgánica es el amoniaco, el cual es el nutriente base para la formación de proteínas y compuestos nitrogenados dentro de la planta, las cuales a mayor desdoblamiento de las proteínas, que son sustancias orgánicas nitrogenadas de elevado peso molecular, y todas están constituidas por series definidas de aminoácidos existirá mayor presencia de nitrógeno en forma de amonio.



#### 4. Fosforo

En la evaluación del Fosforo presente en el suelo pre y post fertilización con abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) se muestra en el (cuadro 9), el contenido de fosforo mostro un incremento, ya que partiendo de un valor inicial de 115,2 mg/kg se elevó en el tratamiento T1 a 209,5 mg/kg.

Esta diferencia posiblemente se debe a lo mencionado por Arizaga, (2007), que el fósforo se encuentra en los suelos tanto en formas orgánicas, ligadas a la materia orgánica, como inorgánicas que es la forma como la absorben los cultivos. La solubilidad de estas formas, y por lo tanto su disponibilidad para las plantas está condicionada por reacciones físico-químicas y biológicas, las que a su vez afectan la productividad de los suelos. Las transformaciones del fósforo entre formas orgánicas e inorgánicas están estrechamente relacionadas, dado que el fósforo inorgánico es una fuente para los microorganismos y las plantas, y el fósforo orgánico al mineralizarse repone el fósforo de la solución.

#### 5. Potasio

En el caso del potasio se registró, que de un análisis inicial de 0,36 cmol/kg (medio) ascendió a 0,72 cmol/kg (alto), registrándose este incremento en el tratamiento T3, resaltando que el potasio interviene en la formación de hidratos de carbono, aumenta el peso de granos y frutos, haciéndolos más ricos en azúcar y zumos y favorece el desarrollo de las raíces.

#### **D. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCION FORRAJERA DEL *Pennisetum* sp (maralfalfa) CON DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE ENRAIZADOR.**

Mediante el análisis económico de la producción forrajera del *Pennisetum* sp (maralfalfa), bajo el efecto de la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base estándar de enraizador (RAÍZPLANT 500), se reporta que la mayor rentabilidad económica se alcanzó al fertilizar con 6lts/ha de abono orgánico

comercial (ECO HUM DX) más una base estándar de enraizador (RAÍZPLANT 500), con un beneficio costo de 1,72 \$ que representa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 72 centavos de dólar; mientras que aplicar 4 lts/ha, se logró un beneficio costo de 1,18 , es decir, que por cada dólar invertido se ganara 18 centavos de dólar, tal como se observa en el cuadro 10.

Cuadro 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DEL *Pennisetum* sp (maralfalfa) CON DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE ESTÁNDAR DE ENRAIZADOR.

Parámetros	NIVELES DE ABONO ORGANICO COMERCIAL MAS ENRAIZADOR			
	0 l/Ha	4 l/Ha	5 l/Ha	6 l/ha
Establecimiento de praderas, \$	600,00	600,00	600,00	600,00
Mano de obra, \$	500,00	500,00	500,00	500,00
Eco hum DX + raiz plant	0,00	70,00	80,00	90,00
Uso del terreno	400,00	400,00	400,00	400,00
<b>Total Egresos</b>	<b>1500,00</b>	<b>1570,00</b>	<b>1580,00</b>	<b>1590,00</b>
Produccion de Forraje verde (Tn/ha/corte)	10,24	10,12	10,46	14,96
Producción de Forraje verde (Tn/Ha/año)	62,29	61,56	63,63	91,01
Ingreso por venta de forraje/año	1868,80	1846,90	1908,95	2730,20
<b>Beneficio/costo</b>	<b>1,25</b>	<b>1,18</b>	<b>1,21</b>	<b>1,72</b>

#### IV. CONCLUSIONES

1. Las respuestas con mejor comportamiento, en la altura de la planta, se registraron a los 15 días, con el tratamiento T1; a los 30 días con el tratamiento testigo T0 y a los 60 días con la aplicación del tratamiento T3, con alturas de 40,46 cm, 62,86 cm y 92,68 cm respectivamente.
2. Las mejores respuestas referentes al análisis bromatológico, respecto a: materia seca se alcanzaron en el tratamiento T1 con 17,20%; proteína: se registró en el tratamiento T2 con 8,76%; y en lo que respecta al contenido de fibra se registró 29,52% con el tratamiento T2.
3. Los mejores rendimientos de forraje verde y en materia seca se obtuvieron, con la utilización de 6 L/ha de abono orgánico mas una base de enraizador (T3), reportando producciones de 14,96 y 2,45 Tn/ha/corte.
4. La mayor rentabilidad fue registrada por las parcelas fertilizadas foliarmente con 6 L/ha, de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de enraizador (RAÍZPLANT 500), ya que la relación beneficio costo fue de 1,72 \$ o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 72 centavos de dólar.
5. Al realizar el análisis inicial y final del suelo, en los referente a la Materia orgánica, Nitrógeno y Fosforo los mejores resultados se reportaron en el tratamiento T1, con valores de 2.73%, 0.14% y 209.5 mg/kg; en tanto que el mejor contenido de 0.72 cmol/kg se registró en el tratamiento T3.

## V. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados expuestos bajo las condiciones del presente experimento, se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

- Promover la fertilización del pasto maralfalfa con 6 L/ha de eco hum dx, por cuanto se mejora la producción forrajera tanto en materia verde como en seca.
- Incentivar a los agricultores y ganaderos de nuestro país el uso de abonos orgánicos ricos en humus para disminuir paulatinamente} la dependencia de los fertilizantes químicos en los sistemas de producción.
- Sugerimos incrementar niveles del uso de abonos orgánicos e enraizadores, en diferentes tiempos de corte y para así comparar con los resultados del presente estudio.
- Aplicar el uso de abonos orgánicos y el uso de un enraizador en otros ecosistemas y comparar el comportamiento productivo forrajero del Pasto.

## VI. LITERATURA CITADA

1. Abarca, J. (2011). *Evaluación del comportamiento productivo forrajero del penisetum sp. (maralfalfa) aplicando diferentes niveles de casting*. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Recuperado el 9 de noviembre del 2016 de: <http://dspace.esPOCH.edi.ec/handle/123456789/1127>.
2. Alzamora, F. (2011). *En la provincia de Chimborazo, cantón Chambo, parroquia la Matriz, en la hacienda "Chugllin", se evaluó el comportamiento productivo forrajero del Pennisetum violaceum (maralfalfa)*. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Recuperado el 25 de febrero del 2017 de [.http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1031/1/17T01032.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1031/1/17T01032.pdf)
3. Alvarez, H., & Castillo, C. (2009). *Comportamiento Agronómico y Valor Nutricional de Cinco Especies de Pasto de Corte*. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Recuperado el 25 de febrero del 2017 de <http://biblioteca.uteq.edi.ec/cgi-bin/koha-opacdetailpl?biblionumber=1008>.
4. Andrade. J. (2010). *Evaluación de dos sistemas y tres distancias de siembra del pasto maralfalfa (Pennisetum sp) en la localidad de Chalguayacu, cantón Cumanda provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Recuperado el 28 de febrero del 2017 de <http://dspace.esPOCH.edi.ec/handle/123456789/363>.
5. Bollo, E. (2006). *Humus de lombriz y su aplicación*. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Recuperado el 28 de febrero del 2017 de <http://lombricor.com/blog/lombticultura-y-aplicaciones-de-humus-de-lombriz>.
6. Correa, H. (2005). *Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades* Recuperado el 28 de Enero del 2017 de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/pasto-maralfalfa-t26119.htm>

7. Cruz, D. (2008). *Evaluación del Potencial Forrajero del Pasto Maralfalfa con diferentes niveles de fertilización de Nitrogeno y Fosforo con una estándar de Potasio*. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1127/1/17T01.pdf>
8. Dawson, H. (1980). *Morfología y taxonomía de las gramíneas*. (4ª ed). Buenos Aires - Argentina. Recuperado el 28 de febrero del 2017 de. <https://es.scribd.com/document/90714836/Cultivo-de-Mar-Alfalfa-Diego>
9. Gilliavod, N. (2013). *Formación del Humus*. Recuperado el 30 de Enero del 2017 de. <http://infomorelos.com/ecologia/humus.html>. URIR, R. (2017). El suelo y sus macronutrientes. Recuperado el 28 de febrero del 2017 de. <http://www.adoos.com.co>.
10. Santos, A. (2012). *Agricultura orgánica*. Recuperado el 28 de Enero del 2017 de. <http://agronomiaorganic.blogspot.com/>.
11. Correa, H. (2007). *Pasto Maralfalfa: Mitos y realidades II*. Recuperado el 28 de febrero del 2017 de. <http://www.engormix.com>
12. España, R.(2014). *Agricultura ecológica*. Recuperado el 28 de febrero del 2017 de. <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun>.
13. Franco, M. (2008). *Página Comercial Oficial*. Recuperado el 26 de febrero del 2017 de. <http://www.maralfalfa.com>.
14. Montalvo, E. (2007). *Características de la biofertilización*. Recuperado el 26 de febrero del 2017 de. <http://www.proamazonia.gob.pe>.
15. Calahorrano, J. (2005). *La composición del humus como fertilizante*. Recuperado el 26 de Diciembre del 2016 de <http://www.dobleu.com>.

16. Arizaga, A. (2007). *Descripción de los fertilizantes orgánicos*. Recuperado el 26 de febrero del 2017 de [HTTP://WWW.infoagro.com](http://www.infoagro.com).
17. Gaona, C. (2009) .*Producción de pastos*. Recuperado el 26 de febrero del 2017 de. <http://www.uce.edu.ec>.
18. Mejia, B. (2016). *Producción de maralfalfa*. Recuperado el 15 de febrero del 2017 de. <http://www.infojardin.com>. 2006.
19. Gonzales, N. (2006). *Ácidos húmicos*. Recuperado el 23 de enero de. <http://www.manualdelombricultura.com>
20. Häfliger, R., & Cholz, F. (2002). *Las gramíneas como fuente de alimentación ganadera* Recuperado el 15 de febrero del 2017 de.<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4353/1/Tesis-48%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica.pdf>
21. Macoon, E. (1992). *Defoliation effects on yield, persistence and a quality – related characteristics of four Pennisetum forage genotypes*. M.S. thesis. Recuperado el 4 de febrero del 2017 de: [http://biblioteca.colanta.com.co/pmb/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=891](http://biblioteca.colanta.com.co/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=891)
22. Manzanilla, M. (2016), *Que es la agricultura ecologica*, recuperado el 20 de Marzo del 2017 de <https://es.scribd.com/document/298595913/Que-Es-La-Agricultura-Ecologica>.
23. Molina, S. (2005), *Evaluación agronómica y bromatológica del pasto Maralfalfa (Pennisetum sp.)* (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). cultivado en el valle del sinú. Recuperado el 15 de febrero del 2017 de.<http://www.agro.unalmed.edu.co>
24. Restrepo, E. (2004). *Maralfalfa – La revolución verde*. Recuperado el 23 de febrero del 2017 de.[www.zoetecnocampo.com/foron](http://www.zoetecnocampo.com/foron).

25. Sánchez, J., & Pérez, A. (2007). *Comunicación en foro*. Herbario MEDEL, Recuperado el 25 de febrero del 2017 de. <http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=14224>
26. Robalino, M. (2008). *Evaluación de biofertilizantes en la producción de forraje y semilla del Arrhenatherumelatius (pasto avena), en la Estación Experimental Tunshi*. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Recuperado el 15 de febrero del 2017 de. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1127/1/17T01009.pdf>
27. Romera, M. (2013). *Infoagro Agricultura Ecológica (Parte I del Capítulo III)*. Recuperado el 7 de Marzo del 2017 de. [http://www.google.com.ec/search?q=cache:JdOlgx\\_Um5QJ:www.infoagro.com/agricultura\\_ecologica/agricultura\\_ecologica13.asp+%C3%A1cidos+h%C3%BAmicos%2Borigen%2Binfoagro&hl=es&lr=lang\\_es](http://www.google.com.ec/search?q=cache:JdOlgx_Um5QJ:www.infoagro.com/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica13.asp+%C3%A1cidos+h%C3%BAmicos%2Borigen%2Binfoagro&hl=es&lr=lang_es)
28. Vilela, H. (2003). *Capim Elefante Paraíso (Pennisetum hybridum)*. Recuperado el 18 de febrero del 2017 de. <http://www.agronomia.com.br/index.php?option=displaypage&Itemid=130&op=page&SubMen> RECUPERADO EL 24 DE FEBREO DEL 2017 DE



# **ANEXOS**

Anexo 1. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 15 días, del *Pennisetum* sp (maralfalfa) , por efecto de de la aplicación de diferentes dosis de abono orgánico comercial (eco hum) más una base estandar de enraizador (raíz plant)

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones					suma	Media
	I	II	III	IV	V		
T0	36,00	35,60	35,50	47,10	36,20	190,40	38,08
T1	38,30	41,60	37,20	46,70	38,50	202,30	40,46
T2	34,10	34,30	41,50	47,60	36,70	194,20	38,84
T3	33,20	37,70	32,10	30,40	38,40	171,80	34,36

## 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio
Total	19	442,47	
Dosis de			
Trichoderma	3	99,98	33,33
Bloques	4	136,26	34,06
Error	12	206,23	17,19

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

Dosis de Eco dum Dx	Media	EE	Rango
0 L/ha	38,08	1,85	a
4 L/ha	40,46	1,85	a
5 L/ha	38,84	1,85	a
6 L/ha	34,36	1,85	a

Anexo 2. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 30 días, del *Pennisetum* sp (maralfalfa) , por efecto de de la aplicación de diferentes dosis de abono orgánico comercial (eco hum) más una base estandar de enraizador (raíz plant).

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones					suma	Media
	I	II	III	IV	V		
T0	65,30	67,90	55,80	72,90	52,40	314,30	62,86
T <sub>8</sub>	46,10	39,90	48,80	69,00	57,60	261,40	52,28
T2	41,20	58,30	64,10	59,30	49,10	272,00	54,40
T3	53,60	57,80	52,30	49,00	47,10	259,80	51,96

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	19	1598,86			
Dosis de					
Trichoderma	3	391,09	130,36	1,77	0,2061
Bloques	4	324,47	81,12	1,1	0,3997
Error	12	883,3	73,61		

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

Dosis de Eco dum Dx	Media	EE	Rango
0 L/ha	62,86	3,84	a
4 L/ha	52,28	3,84	a
5 L/ha	54,40	3,84	a
6 L/ha	51,96	3,84	a

Anexo 3. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 60 días, del *Pennisetum* sp (maralfalfa) , por efecto de de la aplicación de diferentes dosis de abono orgánico comercial (eco hum) más una base estandar de enraizador (raíz plant).

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones					suma	Media
	I	II	III	IV	V		
T0	96,00	76,40	67,40	100,80	78,40	419,00	83,80
T <sub>8</sub>	57,00	69,40	83,00	90,80	81,80	382,00	76,40
T2	76,60	86,60	92,20	92,80	87,80	436,00	87,20
T3	89,60	93,20	93,80	90,40	96,40	463,40	92,68

## 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	Gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	19	2391,75			
Dosis	de				
Trichoderma	3	696,1	232,03	2,27	0,1322
Bloques	4	470,83	117,71	1,15	0,3787
Error	12	1224,82	102,07		

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

Anexo 4. Análisis estadístico de la producción de forraje verde (Tn/ha/corte), del *Pennisetum* sp (maralfalfa) , por efecto de de la aplicación de diferentes dosis de abono orgánico comercial (eco hum) más una base estandar de enraizador (raíz plant).

#### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones					suma	Media
	I	II	III	IV	V		
T0	11,00	10,67	8,53	11,23	9,75	51,18	10,24
T1	9,21	10,39	11,20	10,86	8,96	50,62	10,12
T2	9,67	10,69	10,32	14,33	7,28	52,29	10,46
T3	14,50	13,25	15,42	17,86	13,78	74,81	14,96

#### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	19	130,55			
Dosis de					
Trichoderma	3	82,75	27,58	16,51	0,0001
Bloques	4	27,76	6,94	4,15	0,0244
Error	12	20,04	1,67		

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

Dosis de	Media	EE	Rango
Eco dum Dx			
0 L/ha	10,24	0,58	b
4 L/ha	10,12	0,58	b
5 L/ha	10,46	0,58	b
6 L/ha	14,96	0,58	a

Anexo 5. Análisis estadístico de la producción de materia seca (Tn/ha/corte), del *Medicago sativa* (alfalfa), por efecto de la aplicación de diferentes niveles de Trichoderma, en el primer corte.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Repeticiones				
	I	II	III	IV	V
T0	1,83	1,78	1,42	1,87	1,62
T1	1,58	1,79	1,93	1,87	1,54
T2	1,64	1,75	1,76	2,44	1,24
T3	2,37	2,17	2,52	2,92	2,25

### 2. ANALISIS DE LA VARIANZA

F. Variación	gl	S. Cuad.	C. Medio	F	Prob
Total	19	3,25			
Dosis de Trichoderma	3	1,89	0,63	13,51	0,0004
Bloques	4	0,8	0,2	4,26	0,0225
Error	12	0,56	0,05		

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

Dosis de Eco dum Dx	Media	EE	Rango
0 L/ha	1,7	0,1	b
4 L/ha	1,74	0,1	b
5 L/ha	1,77	0,1	b
6 L/ha	2,45	0,1	a