

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa

“Estudio técnico-económico del uso de diferentes tipos de fertilización en el pasto de corta Maralfalfa (*Pennisetum sp.*)”

Jorge Brenes Mena

Informe de Práctica de Especialidad presentado como requisito parcial para optar al grado de Bachillerato en Ingeniería Agropecuaria Administrativa con Énfasis en Empresas Agropecuarias.

Cartago, Costa Rica

2009

"Estudio técnico-económico del uso de diferentes tipos de fertilización en el pasto de corta Maralfalfa (*pennicetum sp.*)"

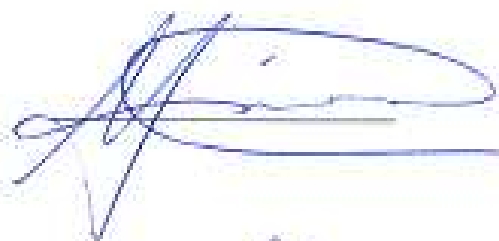
Jorge Brenes Mena

Informe de Práctica de Especialidad presentado como requisito parcial para optar al grado de Bachillerato en Ingeniería Agropecuaria Administrativa con Énfasis en Empresas Agropecuarias.

Tribunal Evaluador

Ing. Manuel Aguilar Céspedes.

Profesor Asesor



Ing. Rodolfo Anibal Fallas Castro

Profesor Consultor



Ing. Alfonso Rey Corrales.

Profesor Lector



## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme alcanzar esta meta.

A mi madre por todo su esfuerzo y cariño

A mis hermanos y hermana y familiares por estar siempre conmigo

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a todas las personas que me ayudaron cumplir esta meta.

A mi primo Andrés por la colaboración en todo el proceso

A todas las personas de las Escuela que ayudaron en mi formación, y de manera especial a los que se involucraron y mediante consejos y recomendaciones me asistieron para realizar en este documento

También quiero agradecer a todos mis compañeros, que hicieron más grato el paso por esta institución

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>ii</b>
<b>INDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE CUADROS .....</b>	<b>v</b>
<b>INDICE DE Anexos .....</b>	<b>vi</b>
<b>1 Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos .....	2
1.1.1 General .....	2
1.1.2 Específicos .....	2
<b>2 Marco Téorico .....</b>	<b>3</b>
2.1 Descripción del Maralfalfa.....	3
2.1.1 Origen y distribución.....	3
2.1.2 Clasificación botánica.....	4
2.1.3 Descripción botánica .....	4
2.1.4 Distancia y métodos de siembra .....	5
2.1.5 Condiciones Ideales para el crecimiento .....	5
2.1.6 Variación del estado nutricional de los pastos.....	6
2.1.7 Aplicación de de Fertilizantes en pasturas .....	6
2.2 Fertilización.....	7
2.2.1 Fertilización química.....	7
2.2.2 Fertilización orgánica .....	7
2.3 Costos.....	8
2.3.1 Materia Prima .....	8
2.3.2 Mano de Obra .....	9
2.3.3 Servicios.....	9
<b>3 Materiales y Métodos.....</b>	<b>10</b>
3.1 Localización del estudio .....	10
3.2 Método Experimental .....	10
3.3 Diseño Experimental y análisis estadístico de datos .....	13
<b>4 Resultados .....</b>	<b>14</b>

4.1	Análisis de rendimiento .....	14
4.2	Análisis Económico .....	15
4.3	Análisis Químico .....	16
<b>5</b>	<b>Discusión.....</b>	<b>18</b>
5.1	Análisis de rendimiento .....	18
5.2	Análisis Económico .....	19
5.3	Análisis Químico .....	20
<b>6</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>21</b>
6.1	Conclusiones .....	21
6.2	Recomendaciones .....	21
<b>7</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>22</b>
7.1	Libros y documentos consultados.....	22
<b>8</b>	<b>APÉNDICE .....</b>	<b>26</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1. Análisis de suelo realizado por el INTA .....</b>	<b>10</b>
<b>Cuadro 2 Resumen de Cantidad de Fertilizante por Hectárea .....</b>	<b>12</b>
<b>Cuadro 3. Rendimiento promedio de producción total (ton/ha), producción de hoja (ton/ha), producción de tallo (ton/ha) y relación hoja/tallo de forraje para cada tratamiento. ....</b>	<b>14</b>
<b>Cuadro 4. Resumen de costos de fertilizantes y mano de obra para cada tratamiento. ....</b>	<b>15</b>
<b>Cuadro 5. Contenido de Humedad, cenizas, proteínas y grasa del forraje ...</b>	<b>16</b>

## **INDICE DE APÉNDICES**

**Apéndice 1. Cuadro 6 Datos de campo y ANDEVA para rendimiento total en Kg de 16 m<sup>2</sup>**

**Apéndice 2. Datos de campo y ANDEVA para rendimiento de hoja en Kg de 16 m<sup>2</sup>**

**Apéndice 3. Datos de campo y ANDEVA para rendimiento de tallo en Kg de 16 m<sup>2</sup>**

**Apéndice 4. Datos de campo y ANDEVA para la relación hoja/tallo**

**Apéndice 5. Costo total de los fertilizantes y la mano de obra utilizada.**

**Apéndice 6. Composición química del lombricompost**



# 1 INTRODUCCIÓN

En el año 2009 actual donde los costos de los insumos utilizados en la ganadería crecen cada día, es de suma importancia encontrar métodos que ayuden a reducir estos costos y por ende hacer más rentable la actividad. Es por eso que los productores necesitan encontrar nuevas rutas para un mejor uso de los recursos que la finca pueda darle, esto mediante la utilización de nuevos cultivares que se desarrollen mejor que los ya existentes y de un manejo eficiente para su control y manutención.

En el caso de la ganadería estabulada uno de los costos más importantes es el de la alimentación, ya que ésta define el éxito de la ganadería, si la alimentación es deficiente la ganancia de peso sería baja y por ende la eficiencia sería muy baja caso contrario de una buena alimentación.

La base de la dieta normal de un vacuno es el forraje, por lo cual la calidad de este forraje será determinante a la hora de alimentar a los animales.

Para poder obtener un forraje de calidad primero hay que buscar una variedad que se adapte a las condiciones existentes en la finca y además de aportar los elementos esenciales para el animal. Aparte de eso, el manejo que se le dé va ser de suma importancia ya que va a determinar el desarrollo que va a tener la planta.

Dentro del manejo que se le pueda dar, el agua y la fertilización juegan un papel muy importante. El agua como medio de transporte y dilución de nutrientes y la fertilización como aporte a la planta de lo que el suelo no puede darle.

Acá es donde surge la inquietud de cómo hacer de este forraje un alimento de calidad mediante el uso de diferentes tipos de fertilización y así determinar cuál es la más apta en cuanto a calidad y a costo.

## **1.1 Objetivos**

### 1.1.1 General

- Evaluar la eficiencia tanto económica como productiva de 4 métodos de fertilización en pasto de corta Maralfalfa.

### 1.1.2 Específicos

- Evaluar la eficiencia de cada método de fertilización..
- Identificar cual método de fertilización es más eficiente en producción y en costos.
- Determinar cual método de fertilización genera un mejor rendimiento por hectárea de forraje producido.
- Determinar la relación hoja-tallo.
- Determinar el costo por hectárea de forraje producido para cada tipo de fertilización.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Descripción del Maralfalfa

#### 2.1.1 Origen y distribución

Una de las teorías sobre el origen del maralfalfa dice que fue creado por el padre José Ignacio 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 Heteroinjerto Bernal. El 4 de Octubre de 1965 el padre José Bernal, utilizando S.Q.B, cruzo el pasto elefante Napier (*Pennisetum purpureum*) y la grama (*Paspalum macrophyllu*) y obtuvo una variedad que denomino gramafante.(Correa et al 2002)

Continuó utilizando el S.Q.B. para obtener la variedad llamada gramatara o maravilla, esto cruzando el gramafante con el guaratara del llano (*Axonos purpussi*). Después, utilizando nuevamente su S.Q.B. cruzó el pasto maravilla o gramatara y la alfalfa Colombia (*Medicago sativa* Linn) con el pasto Brasileiro (*Phalaris azudinacea* Linn) y el pasto resultante lo denominó maralfalfa. (Correa et al 2002)

Otra teoría sobre el origen del pasto Maralfalfa se desarrolla en estudios preliminares realizados en el Herbario MEDEL de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, indican que puede tratarse de *Pennisetum violaceum* (Lam.) Rich. ex Pers. O de un híbrido (*Pennisetum hybridum*) entre el *Pennisetum americanum* L. y el *Pennisetum purpureum* Schum comercializado en el Brasil como pasto Elefante Paraíso. Se requiere, sin embargo, estudios más detallados para esclarecer su clasificación taxonómica por lo que se sugiere identificarlo de manera genérica como *Pennisetum* sp. (Patiño et al 2006)

### 2.1.2 Clasificación botánica

El maralfalfa es una Poaceae, de la sub-familia de las Panicoideae, de la tribu Paniceae, del genero *Pennisetum* y de la especie *americanum* con *purpureum*, aunque 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 cito-genéticos 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 fenotípica de la especie. (Correa et al 2002, Ramírez et al 2006)

### 2.1.3 Descripción botánica

Especie perenne alta, crece en matorros, 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. (Correa et al 2002)

Las raíces del pasto maralfalfa 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. 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. Las ramificaciones se producen a partir de los nudos y surgen siempre a partir de una yema situada entre la vaina y la caña. (Correa et al 2002)

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. (Correa et al 2002)

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. (Correa *et al* 2002)

#### 2.1.4 Distancia y métodos de siembra

Se recomienda propagarla vegetativamente. La distancia recomendada para sembrar la semilla es de cincuenta a setenta centímetros (50-70 cm) entre surcos, preferiblemente dos cañas traslapadas a máximo dos centímetros (2 cm) de profundidad.

#### 2.1.5 Condiciones Ideales para el crecimiento

Su desarrollo se da normalmente desde el nivel del mar hasta los 2700 metros. Se comporta adecuadamente 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. (Correa et al 2002)

### 2.1.6 Variación del estado nutricional de los pastos

Varios estudios han demostrado que la variación en el contenido de proteína y celulosa de los forrajes disminuyen conforme aumenta la madurez de la planta. (Rodrigo, 1964. Armstrong, 1950)

Esto porque conforme avanza la madurez, el nitrógeno desciende de los tallos y hojas a la posición basal y raíces de la planta, explicando la disminución del contenido de proteína. (Pinzón, 1976).

El contenido mineral también se ve afectado por el avance de la madurez, como ocurre con el calcio, magnesio, fósforo, potasio y cobre, mostrando una disminución conforme aumenta la edad de la planta. (Pinzón, 1976).

La temperatura, longitud del día y intensidad de la luz intervienen en las características químicas del forraje. (Pinzón, 1976).

Otro factor que afecta en contenido de minerales de los pastos es la aplicación de fertilizantes

### 2.1.7 Aplicación de de Fertilizantes en pasturas

La aplicación de fertilizantes en las pasturas traen como beneficios: aumento en la producción por área, aumento en proteína, elementos minerales, además de aumentar la vida útil del forraje. Siendo la fertilización nitrogenada la más utilizada por los beneficios que aporta. (Pinzón, 1976).

## 2.2 Fertilización

Es la aportación de nutrientes que se le brindan al suelo mediante la aplicación de sustancias orgánicas o minerales, con el objetivo de mejorarlo para que la planta tenga disponibilidad de las sustancias que necesita para su desarrollo (Suquilanda 1995)

### 2.2.1 Fertilización química

Es la aplicada a las plantas directamente con sustancias nutritivas químico-sintéticas solubles en agua por medio de la ósmosis forzada. Estas sustancias se aplican para completar los recursos existentes en el suelo (Suquilanda 1995, Chavarría 2002)

Este tipo fertilización se clasifica de acuerdo a su contenido de elementos en fertilizantes simples, que son aquellos que pueden ser utilizados, bien como fertilizantes o como materias primas para la fabricación de formulas completas.

### 2.2.2 Fertilización orgánica

Este tipo de fertilización consiste en efectuar los aportes necesarios para que el suelo sea capaz, por medio de los fenómenos físicos-químicos, de propiciar a las plantas alimentación suficiente y equilibrada. (Chavarría, 2002)

En el 2009 un abono orgánico muy utilizado es el vermicompost o humus de lombriz, este es un fertilizante bioorgánico resultante de la digestión de desechos orgánicos por la lombriz. Tiene un aspecto terroso, suave e inodoro.

## **2.3 Costos**

Se podemos tener tres tipos de costos; Los costos de materia prima, los costos de mano de obra, y los costos de servicios. Esta clasificación es usada por la contabilidad de costos para hacer el registro y el control de los costos. (Fallas, 2004)

### **2.3.1 Materia Prima**

Se refiere a todos los materiales e insumos productivos utilizados en el proceso. Los materiales se convierten en costo al momento de salir de la bodega, hacia el departamento de producción, para ser usado en un proceso productivo. Materiales y suministros usados en departamentos que no son de producción, son registrados como costos de materiales administrativos. Una característica básica de los materiales es que son activos circulantes, o sea, su vida en la empresa es, o será, menor a un año. Fertilizantes, agroquímicos, semillas, productos veterinarios, son ejemplos en el sector agropecuario.(Fallas, 2004)



### 2.3.2 Mano de Obra

Dentro del proceso productivo, se refiere al tiempo y costo del uso de personal, esta es mano de obra que es necesaria para realizar las labores en el sistema productivo. Personal de ventas y de administración no pertenecen al costo de mano de obra de producción. Los peones, obreros, operarios, capataces, mandadores, son algunos ejemplos típicos de elementos que están incluidos dentro del costo de mano de obra. (Fallas, 2004)

### 2.3.3 Servicios

Se refiere al uso de factores productivos, que no son mano de obra, pero que no pueden, o no son, considerados materia prima. Ejemplos serían los costos de servicios telefónicos, servicio de agua, servicio de correo y mensajería, servicios externos (contratos) de transporte, fletes, maquinaria agrícola. (Fallas, 2004)

Para desarrollar el estudio fue importante tener la noción teórica de cada parte que lo integra, desde la caracterización del pasto Maralfalfa, la fertilización y los costos y así tener criterio para poder desarrollar exitosamente cada objetivo

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del estudio

El proyecto se llevó a cabo en Finca Tobosi propiedad de ganadería Hermanos Salas Brenes S.A., ubicada en el distrito de Tejar, cantón de El Guarco de la provincia de Cartago, su ubicación geográfica es N 09° 50.458' W 083° 58.510' a una altura de 1404 msnm y con una precipitación media anual de 131.90 mm, con temperaturas que oscilan entre 14°C y 23°C con una temperatura media anual de 19.4°C.

El suelo es un inceptisol (débil desarrollo de horizontes, origen volcánico reciente) con características vérticas (hidratación y expansión en húmedo y agrietados cuando están secos), de topografía plana caracterizado por su alta fertilidad.

**Cuadro 1. Análisis de suelo realizado por el INTA, 2008**

cmol(+)/l					mg/l					ppm	
pH	Al	Ca	Mg	$\lambda$	P	Zn	Mn	Cu	Fe	S	B
5,7	0,20	11,00	3,50	0,31	14,00	2,40	15,00	11,00	132,00	8,90	0,20

Fuente: INTA, 2008

#### 3.2 Método Experimental

El proyecto se inició el 27 de octubre del 2008. El terreno se preparó con arado de discos una vez, posteriormente rastra para afinar, después de esto el día 11 de noviembre se realizó una aplicación de herbicida para eliminar la maleza que brotó.

La siembra se realizó entre el 25 de noviembre y el 3 de diciembre del 2008. Se sembró en surcos de 2 cm de profundidad aproximadamente a una distancia entre surcos de 70 cm. Se sembraron esquejes de una longitud de 1 metro aproximadamente traslapando entre 20 y 25 cm las puntas de cada esqueje. Se aplicó fertilizante 10-30-10 en el fondo del surco, excepto en la parcela orgánica que se utilizó lombricompost en el fondo del surco. A partir del día 10 de diciembre se empezó a apreciar el brote.

El área total utilizada es de 11351 m<sup>2</sup>, dividida en 4 parcelas o tratamientos. En cada tratamiento se recolectaron 6 muestras de 2 m<sup>2</sup>.

### **Tratamiento Químico (T1)**

En esta unidad se aplicó una fertilización completamente química, utilizando fertilizante granulado NPK 10-30-10 al suelo después de la corta del pasto y fertilizante foliar Tecamin plus™ 30 días después el rebrote del pasto.

### **Tratamiento Mixto (T2)**

Se le aplicó fertilización mixta (química y orgánica).

Se utilizó fertilizante químico granulado NPK 10-30-10 al suelo después del corte del pasto, dos semanas más tarde se aplicó el fertilizante foliar orgánico (purín). Además se realizó una aplicación más de fertilizante foliar 15 días después de la primera aplicación.

### **Tratamiento Orgánico (T3)**

Se utilizó fertilización orgánica aplicando lombricompost al suelo después del corte, además 15 días después una aplicación de fertilizante foliar purín. Se realizó una aplicación más de fertilizante foliar 15 días después de la primera aplicación.

### Tratamiento Testigo (T4)

En este caso se utilizó la fertilización con urea granulada al suelo.

**Cuadro 2 Resumen de Cantidad de Fertilizante aplicado por Hectárea en las parcelas que formaron parte en el estudio, 2009**

Resumen de Cantidad de Fertilizante por Hectárea				
	T1	T2	T3	T4
<b>Urea</b>				cantidad(kg)/Ha 432,73
<b>10-30-10</b>	cantidad(kg)/Ha 421,46	cantidad(kg)/Ha 418,81		
<b>Lombricompost</b>			cantidad(kg)/Ha 2676,34	
<b>Tecamin Plus</b>	cantidad(l)/Ha 1,83			
<b>Purín</b>		cantidad(l)/Ha 83,03	cantidad(l)/Ha 82,91	

Fuente: El autor, 2009

Entre cada parcela hubo una franja de 10 m de ancho para evitar traslapes en el muestreo entre métodos de fertilización y no causen desvío de los resultados. El cultivo se desarrolló durante 8 meses, esto permitió un buen desarrollo radical. Después de este periodo se realizó un corte de uniformidad de la parcela con el objetivo de buscar homogeneidad entre las unidades experimentales. Una vez que se llevó a cabo el corte de uniformidad, se inició el programa de fertilización correspondiente a cada tratamiento.

Se tomaron 6 muestras del pasto de un área de 2 m<sup>2</sup> en cada tratamiento, esto a los 70 días después de la corta, en lugares asignados al azar.

El material del muestreo se pesó entero, después se pesaron solo los tallos y por diferencia se determinó el peso de la hoja, se utilizó una balanza con una incertidumbre no mayor a  $\pm 5$  g.

En cada tratamiento se tomó una muestra de 1 kg para realizar un análisis proximal en laboratorio. El cual se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis y Servicios Químicos, LASEQ-UNA en el campus Omar Dengo de la Universidad Nacional.

### 3.3 Diseño Experimental y análisis estadístico de datos

El diseño del experimento fue en 4 bloques homogéneos, asignando a cada uno un tratamiento distinto.

Modelo estadístico asociado al diseño:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, 3, \dots, t \text{ y } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

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

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento i.

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio, donde  $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Análisis de la Varianza para el modelo  $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

Ho:  $\tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t$

Ha: al menos un efecto de un tratamiento es diferente de los demás.

## 4 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el estudio. Primero se analizó el rendimiento obtenido en cuanto al peso total, de hoja, de tallo y su respectiva relación. Además se estudió el efecto económico en cada uno de los tratamientos, como también la composición química del Maralfafa.

### 4.1 Análisis de rendimiento

Los rendimientos obtenidos son analizados de acuerdo al peso que se obtuvo teniendo como mejor tratamiento al que más peso por hectárea produjo.

En el cuadro 3 se presentan los rendimientos promedios de producción total de forraje, producción de hoja, producción de tallo en ton/ha y su respectiva relación hoja tallo para cada tratamiento.

**Cuadro 3. Rendimiento promedio de producción total (ton/ha), producción de hoja (ton/ha), producción de tallo (ton/ha) y relación hoja/tallo de forraje para cada tratamiento.2009**

Tratamientos	Total ton/ha	Hoja ton/ha	Tallo ton/ha	Relación Hoja/Tallo
T1	71,8	22,6	49,2	0,46
T2	33,2	12,7	20,5	0,62
T3	19,2	10,2	9,0	1,13
T4	85,6	29,5	56,1	0,53

Fuente: El autor, 2009

Según los análisis estadísticos realizados todos los tratamientos son diferentes. Las diferencias entre los promedios calculados son mayores a las DMS calculadas para cada prueba, en estas condiciones el tratamiento testigo (T4) resultó ser el de mayor rendimiento total con 85,6 ton/ha, seguido por el tratamiento T1 (tratamiento químico) con 71,8 ton/ha, después el tratamiento T2 (tratamiento mixto) con 33,2 ton/ha, y por último el tratamiento T3 (tratamiento orgánico) con 19.2 ton/ha.

En el caso del rendimiento de la hoja y el tallo ambos presentan un comportamiento similar al rendimiento total, dominando en cantidad de hoja y tallo el tratamiento 4 (fertilizado únicamente con urea).

La relación hoja-tallo fue la única que mostró un comportamiento distinto a las al rendimiento total, rendimiento de hoja y de tallo, ya que fue el tratamiento T3 (Orgánico) el que mejor relación (mas hoja) tuvo con 1.13 seguido por el T2 con 0,62, el T4 0,53 y por último la T1 con 0,46.

## 4.2 Análisis Económico

En esta sección se analizo todo lo referente a costos para cada tratamiento, tomando en cuenta el costo de cada fertilizante así como la mano de obra utilizada a la hora de aplicarlo.

**Cuadro 4. Resumen de costos de fertilizantes y mano de obra para cada tratamiento.2009**

	T1	T2	T3	T4
<b>Fertilizantes</b>	₡ 188.742,86	₡ 182.818,02	₡ 104.679,08	₡ 150.514,01
<b>Mano de obra</b>	₡ 15.591,85	₡ 15.493,50	₡ 15.470,29	₡ 12.127,67
<b>Total</b>	₡ 204.334,71	₡ 198.311,52	₡ 120.149,37	₡ 162.641,67

Fuente: El autor, 2009

En este apartado el tratamiento Orgánico (T3) fue el que menor costo por hectárea presentó, con un monto de ¢120.149,37. En este tratamiento se utilizó aproximadamente 2676,3 kg de lombricompost por hectárea. Además de 82,9 litros de purín.

El tratamiento testigo (T4) el segundo de menor costo, ya que se gastó un total de ¢162.641,67 por hectárea, Aquí se utilizó 433 kilogramos de urea por hectárea.

En el mixto (T2) se utilizó un total de 419 kilogramos de fertilizante 10-30-10, combinado con 83 litros de purín, esto para un costo total por hectárea de ¢198.311,52.

Por último el tratamiento químico (T1) resultó ser el más caro, ya que se necesitaron ¢204.334,71 para fertilizar una hectárea, utilizando 420 kilogramos de 10-30-10 y 1,8 litros de fertilizante foliar Tecamin plus.

Todos estos costos se encuentran resumidos en el cuadro 3, en los valores anteriores ya se incluye la mano de obra.

### 4.3 Análisis Químico

En este análisis se observó el efecto que cada tratamiento tuvo en el forraje, analizando las variaciones en humedad, cenizas, proteína y grasas. Todos estos resultados están dados sobre la base húmeda del forraje (cuadro 5)

**Cuadro 5. Contenido de Humedad, cenizas, proteínas y grasa del forraje (%)\*.**

**2009**

M	Humedad %	Cenizas %*	Proteína %*	Grasa ± 0,3 %*
T1	79,46 ± 0,06	2,715 ± 0,005	2,9 ± 0,4	0,9
T2	74,28 ± 0,06	2,225 ± 0,004	1,8 ± 0,1	0,84
T3	72,65 ± 0,05	3,816 ± 0,004	2,3 ± 0,1	0,92
T4	71,79 ± 0,05	3,073 ± 0,005	3,6 ± 0,1	1,26

Fuente: El autor, 2009



El contenido de humedad varió en todos tratamientos siendo el T1 el que mayor cantidad de agua presentó con un 79,46%, continuó el T2 con 74,28% con aproximadamente 2% menos sigue el T3 y por ultimo con un 71,79% aparece el T4.

La cantidad cenizas presentes en el tratamiento T3 fue la mayor con un 3,8% seguido por el T4 con un 3,1%, el T1 y T2 continuaron con un 2,7% y 2,2% respectivamente.

En lo referente a la proteína se determinó que el que mayor cantidad de proteína presentó fue el tratamiento T4 con un 3,6% sobre la base húmeda, como se puede observar en el cuadro 4, seguido por el tratamiento T1.

En el caso de la grasa disponible en el forraje, el que mayor cantidad contenía fue el tratamiento 4 con 1,26%, seguido por el tratamiento T3 y T1 con 0,90% y por último el T2 con 0,84%.

## 5 DISCUSIÓN

### 5.1 Análisis de rendimiento

Se analizaron las posibles causas que produjeron cambios significativos en el rendimiento total, el de hoja y tallo y en la relación-hoja tallo.

Existieron diferencias significativas en el rendimiento total entre los tratamientos.

Esto se debió básicamente a la composición de cada programa de fertilización, ya que los tratamientos con más contenido de nitrógeno fueron los que mejor rendimiento por hectárea obtuvieron.

Este comportamiento se debe a que el nitrógeno está presente en la composición de numerosas sustancias como las proteínas, aminoácidos y clorofila. Esta última es de vital importancia ya que entre más clorofila haya mejor va a ser el proceso de fotosíntesis y por ende la producción de tejidos y la vigorosidad de la planta.

En el caso del tratamiento testigo (T4) fue el que con más nitrógeno se fertilizó (46%), presentó un mejor rendimiento por hectárea, seguido por T1 y T2 con 10% de nitrógeno. (Ver cuadro 2)

El tratamiento T3 se fertilizó con lombricompost y este según el análisis químico de este fertilizante este posee como máximo un 2% de nitrógeno, lo que viene a demostrar que el bajo rendimiento presentado por este tratamiento se debió al bajo porcentaje de nitrógeno disponible en este fertilizante.

En los rendimientos de hoja y tallo se observa como el tallo es el que mejor desarrollo tiene en comparación con la hoja. Esto se debe a la edad del forraje, ya que la producción de hojas merma conforme aumenta la edad. Esta situación se presento en los tratamientos T1, T2, y T4.

En el tratamiento T3 el rendimiento de hoja fue mayor que el de tallo debido al poco desarrollo que presentaron estas plantas, ya que su crecimiento fue escaso además de presentar una coloración amarilla, no verde como los demás tratamientos, lo que pudo ocasionar una mala fotosíntesis debido a un déficit de clorofila.

## **5.2 Análisis Económico**

El tratamiento T3 (orgánico) fue el de menor gasto presentó, ya que el precio del kilogramo de fertilizante es mucho menor, aún cuando la cantidad utilizada fue mayor, se fertilizó con 2676,3 kg/ha, más de 6 veces la cantidad de fertilizante usada en los otros tratamientos pero compensando con su precio de ¢54,3 por kilogramo. En el caso del fertilizante foliar se utilizó 83 litros de purín con un costo total de ¢9832

El T4 (testigo) resultó como el segundo tratamiento que menor costo tuvo, esto se debe al menor costo por kilogramo de fertilizante utilizado, ya que cada kilogramo de urea costo ¢347.83 utilizándose un total de 432,7 kg por hectárea. Además este tratamiento no se aplicó fertilizante foliar por lo que no aumentó el costo total de fertilización.

La diferencia entre los tratamientos T1 (químico) y T2 (mixto) se debió al costo de los fertilizantes foliares ya que en el T1 se utilizó 0,5 litros del fertilizante foliar Tecamin plus con un costo de ¢4000 En el caso del T2, el foliar utilizado el purín, aplicando 83 litros/Ha con un costo de ¢9832. Ambos utilizaron casi la misma cantidad de fertilizante granulado 10-30-10 por lo que esta no marcó la diferencia.

Por lo que económicamente hablando el tratamiento que fue mas eficiente fue el tratamiento T3 teniendo un gasto de ¢120.149,37, resultando ¢ 42.492,3 mas barato que el tratamiento T4 que es el que le sigue. (Ver cuadro 4)

### **5.3 Análisis Químico**

El T3 obtuvo valores de ceniza, proteína y grasa muy buenos comparándolo con los otros tratamientos, esto se debe según Araya y Boschini (2005), a que los cultivares con mayor proporción de hoja tiene un mayor valor nutritivo. En este caso el tratamiento T3 fue el que presentó la mejor relación hoja/tallo entre todos los tratamientos, lo que se pudo traducir en mejor composición química. Esto se debe a que en este tratamiento el desarrollo de la planta fue deficiente, lo que ocasionó que empezara a desarrollar las hojas como medida a consecuencia del estrés ante la falta de nutrientes, dejando de lado al tallo

Pero el que mejores valores obtuvo en proteína y grasa fue el tratamiento T4. Esto pudo haberse debido que fue el que mayor cantidad de hoja presentó. Además de la acción de la fertilización nitrogenada para la producción de proteína.

Comparando el cuadro 3 con el cuadro 5 se puede observar que la presencia de proteína, ceniza y grasa, aumenta conforme aumenta la cantidad de hoja presente en la planta confirmando lo que mencionan Araya y Boschini en su investigación. (Araya, Boschini, 2005)

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

De los resultados obtenidos en las condiciones del presente experimento se puede concluir lo siguiente:

- Los tratamientos nitrogenados fueron los que mejor eficiencia en rendimiento presentaron
- La fertilización con urea fue la que mejor rendimiento tuvo tanto en producción como en costos
- No se puede comparar la eficiencia en rendimiento de una fertilización orgánica a una química, ya que la forma y el periodo en que cada una actúa es distinta

### 6.2 Recomendaciones

Los resultados me permiten recomendar lo siguiente

- El uso de urea como fertilizante en las parcelas de forraje Maralfalfa bajo condiciones similares al estudio
- Efectuar investigaciones a largo plazo que permitan obtener datos más precisos, como también realizar otras pruebas como análisis de suelo para determinar el impacto que cada tratamiento causa en las características químicas y físicas del suelo
- Evaluar en estudios posteriores el uso de lombricompost con urea
- Administrar lombricompost a la hora de mecanizar el terreno, esto para lograr una buena incorporación del mismo al suelo

## 7 BIBLIOGRAFÍA

### 7.1 Libros y documentos consultados

1. Restrepo Rivera, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares: Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. San José, Costa Rica. IICA. 157 p. (Colección libros y materiales educativos IICA; n° 96)
2. Chavarría Vega, M. 2002. Determinación de la calidad de abonos orgánicos por medio de pruebas físicas, químicas y biológicas. Tesis Lic. Ing. Agr. San Carlos, Costa Rica. ITCR. 74p.
3. Correa, HJ. Arroyave, H. Henao, Y. López A. Cerón, J. 2002. Maralfalfa: Mitos y realidades. En: Despertar lechero, Volumen 22 (1). P79-88
4. Araya Mora, M. Boschini Figueroa, C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa. En: Agronomía Mesoamericana 16(1): 37-43
5. Ramírez Pisco, R. Londoño VC. Alonso Ochoa J. Morales HM. 2006 Evaluación del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) como recuperador de un andisol degradado por las practicas. Antioquia, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 25 p.

6. Rojas Villalobos, J. 1984. Efecto de cuatro niveles de nitrógeno y dos de fósforo sobre la producción de materia seca del King Grass (*Pennisetum purpureum* var. King Grass). Tesis Bach. Ing. Agr. San Carlos, Costa Rica. ITCR. 52 p
7. Fallas Mora, E. 1987. Efecto de la fertilización nitrogenada y el intervalo de corte sobre el rendimiento y la composición química del pasto King Grass. Tesis Lic. Ing. Agr. Heredia, Costa Rica. UNA. 94 p
8. Pinzón Quezada, B. 1976. La Fertilización y el largo ciclo de uso en la productividad del pasto faragua (*hyparrhenia rufa (ness) Stapf*). Tesis de grado de Magister Scientae. Turrialba, Costa Rica. IICA. 75 p
9. Alfaro Quirós, O. 2000. Análisis técnico-económico del proyecto de investigación de producir hortalizas con fertilización orgánica. Cartago, Costa Rica. ITCR. 89 p
10. Pontigo Alvarado, M. 1999. Análisis técnico-económico del proyecto de investigación de producir hortalizas con fertilización orgánica: Informe final de modelos estadísticos. Cartago, Costa Rica. ITCR. 15 p
11. Fertica, 1998. Manual de fertilización. San José, Costa Rica. Fertica. 55p
12. Padilla, W. 1996. Abonos orgánicos vs. Fertilizantes químicos. Desde el surco. Manual de fertilización orgánica y química: 4-8

13. Schönigh, E. Wichmann, W. 1996. Abonos orgánicos: no son la alternativa para los abonos minerales en las regiones en desarrollo. Desde el surco. Manual de fertilización orgánica y química: 17-22
14. Hernández, T. 1996. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos: ¿antagónicos o complementarios? . Desde el surco. Manual de fertilización orgánica y química: 39-42
15. Correa, H. año. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 14p
16. Andrade, R. 1996. Información básica sobre fertilización química foliar. Desde el surco. Manual de fertilización orgánica y química: 78-79
17. Patiño, A. Salazar, M. Londoño, J. 2006. Caracterización de producción de forrajes tropicales para alimentación de conejos. Quimbaya, Colombia. Universidad del Quindío. 26p
18. Fallas, R, 2004. Texto para el curso de Contabilidad de Costos aplicada a la Administración Agropecuaria y Agroindustrial. Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa, ITCR. Cartago, Costa Rica. 84 p.
19. Rodrigo, J. 1964. Un pasto para suelos poco fértiles del trópico. Revista ESSO Agrícola 2(4): 3-8



20. Armstrong, D, Cook, H., Brynmore, T. 1950. The lignin and cellulose content of certain grassland species at different stage of growth. *Journal of Agricultural Science* 40: 93-99

## 8 APÉNDICE

**Apéndice 1. Cuadro 6 Datos de campo y ANDEVA  
para rendimiento total en Kg de 16 m<sup>2</sup>**

Rendimiento Total en Kg (16m2)								
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	total	Promedio
<b>Química</b>	15,6	22,1	17,8	9,1	11,0	10,5	<b>86,1</b>	<b>14,4</b>
<b>Mixta</b>	6,2	5,2	5,6	7,6	7,7	7,5	<b>39,8</b>	<b>6,6</b>
<b>Orgánica</b>	0,8	2,2	4,9	3,5	7,3	4,3	<b>23,0</b>	<b>3,8</b>
<b>Testigo</b>	12,4	11,6	22,1	18,0	17,4	21,2	<b>102,7</b>	<b>17,1</b>
<b>Total bloque</b>	<b>35,0</b>	<b>41,1</b>	<b>50,4</b>	<b>38,2</b>	<b>43,4</b>	<b>43,5</b>	<b>251,6</b>	<b>10,5</b>

**ANDEVA**

	SC	GL	CM	FC	p(x)	Ft	Ft
<b>S</b> tratam	708,0	3,0	236,0	16,2	0,0001	<b>3,3</b>	<b>5,4</b>
<b>S</b> bloques	34,7	5,0	6,9	0,5	0,7885	<b>2,9</b>	<b>4,6</b>
<b>S</b> error	218,9	15,0	14,6				
<b>S</b> tot	961,7	23,0					

Confianza de la información analizada	
Varianza o CM	14,6
Desviación Estándar	3,8
Coefficiente de variación	36,44%
Error Típico o error estándar	0,780

Diferencias Significativas						
Prueba Z			Prueba t			
<b>alfa</b>	<b>P(x)</b>	<b>DMS</b>	<b>Q de medias</b>	2,0	3,0	<b>4,0</b>
	5,0%	1,645	<b>GL</b>	22,0	21,0	20,0
	1,0%	2,326	<b>valor t</b>	2,1	2,1	2,1
			<b>DMS</b>	2,8	2,8	2,85

Cuadro comparación	Testigo	Químico	Mixta	Orgánico
	17,1	14,4	6,6	3,8
Prueba Z	_____	_____	_____	_____
Prueba t	_____	_____	_____	_____

**Apéndice 2. Datos de campo y ANDEVA  
para rendimiento de hoja en Kg de 16 m<sup>2</sup>**

Rendimiento Hoja en Kg (16m2)								
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	total	Promedio
<b>Química</b>	5,9	4,5	6,4	3,4	3,6	3,3	<b>27,1</b>	<b>4,5</b>
<b>Mixta</b>	2,5	2,3	2,2	3,0	2,6	2,6	<b>15,2</b>	<b>2,5</b>
<b>Orgánica</b>	0,5	1,3	2,5	2,1	3,8	2,0	<b>12,2</b>	<b>2,0</b>
<b>Testigo</b>	4,7	4,2	8,4	5,9	5,8	6,4	<b>35,4</b>	<b>5,9</b>
<b>Total bloque</b>	13,6	12,3	19,5	14,4	15,8	14,3	<b>89,9</b>	<b>3,7</b>

**ANDEVA**

	SC	GL	CM	FC	p(x)	Ft	Ft
<b>S</b> tratam	57,8	3,0	19,3	15,4	0,0	<b>3,3</b>	<b>5,4</b>
<b>S</b> cbloques	7,7	5,0	1,5	1,2	0,3	<b>2,9</b>	<b>4,6</b>
<b>S</b> error	18,7	15,0	1,2				
<b>S</b> tot	84,3	23,0					

Confianza de la información analizada	
Varianza o CM	1,2
Desviación Estándar	1,1
Coefficiente de variación	29,85%
error Típico o error estándar	0,2

Diferencias Significativas						
Prueba Z			Prueba t			
<b>alfa</b>	<b>P(x)</b>	<b>DMS</b>	<b>Q de medias</b>	2,0	3,0	<b>4,00</b>
	0,1	1,6	<b>GL</b>	22,0	21,0	<b>20,00</b>
	0,0	2,33	<b>valor t</b>	2,1	2,1	<b>2,09</b>
			<b>DMS</b>	2,8	2,8	<b>2,85</b>

Cuadro comparación	Testigo	Químico	Mixta	Orgánico
	5,9	4,5	2,5	2,0
Prueba Z	_____			
Prueba t	_____			

**Apéndice 3. Datos de campo y ANDEVA  
para rendimiento de tallo en Kg de 16 m<sup>2</sup>**

<b>Rendimiento Tallo en Kg (16m2)</b>								
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	total	Promedio
<b>Química</b>	9,7	17,6	11,4	5,7	7,4	7,2	<b>59,0</b>	<b>9,8</b>
<b>Mixta</b>	3,7	2,9	3,4	4,6	5,1	4,9	<b>24,6</b>	<b>4,1</b>
<b>Orgánica</b>	0,3	0,9	2,4	1,4	3,5	2,3	<b>10,8</b>	<b>1,8</b>
<b>Testigo</b>	7,7	7,4	13,7	12,1	11,6	14,8	<b>67,3</b>	<b>11,2</b>
<b>Total bloque</b>	21,4	28,8	30,9	23,8	27,6	29,2	<b>161,7</b>	<b>6,7</b>

**ANDEVA**

	SC	GL	CM	FC	p(x)	Ft	Ft
<b>S</b> tratam	365,9	3,0	122,0	13,7	0,0	<b>3,3</b>	<b>5,4</b>
<b>S</b> cbloques	16,3	5,0	3,3	0,4	0,9	<b>2,9</b>	<b>4,6</b>
<b>S</b> error	134,0	15,0	8,9				
<b>S</b> ctot	516,2	23,0					

<b>Confianza de la información analizada</b>	
Varianza o CM	8,9
Desviación Estándar	3,0
Coefficiente de variación	44,36%
error Típico o error estándar	0,6

<b>Diferencias Significativas</b>						
<b>Prueba Z</b>			<b>Prueba t</b>			
	<b>P(x)</b>	<b>DMS</b>	<b>Q de medias</b>			
<b>alfa</b>	0,1	1,64	<b>GL</b>	2,00	3,00	<b>4,00</b>
	0,0	2,33	<b>valor t</b>	22,00	21,00	<b>20,00</b>
			<b>DMS</b>	2,07	2,08	<b>2,09</b>
				2,82	2,83	<b>2,85</b>

Cuadro comparación	Testigo	Químico	Mixta	Orgánico
	11,2	9,8	4,1	1,8
Prueba Z	=====		=====	
Prueba t	=====		=====	

**Apéndice 4. Datos de campo y ANDEVA  
para la relación hoja/tallo**

Relación Hoja/Tallo								
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	total	Promedio
<b>Química</b>	0,6	0,3	0,6	0,6	0,5	0,5	<b>3,0</b>	<b>0,5</b>
<b>Mixta</b>	0,7	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5	<b>3,8</b>	<b>0,6</b>
<b>Orgánica</b>	1,7	1,4	1,0	1,5	1,1	0,9	<b>7,6</b>	<b>1,3</b>
<b>Testigo</b>	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	<b>3,2</b>	<b>0,5</b>
<b>Total bloque</b>	3,6	3,1	2,9	3,2	2,6	2,3	<b>17,6</b>	<b>0,7</b>

ANDEVA

	SC	GL	CM	FC	p(x)	Ft	Ft
<b>S<sub>tratam</sub></b>	2,4	3,0	0,8	29,9	0,0	<b>3,3</b>	<b>5,4</b>
<b>S<sub>bloques</sub></b>	0,3	5,0	0,1	2,0	0,1	<b>2,9</b>	<b>4,6</b>
<b>S<sub>error</sub></b>	0,4	15,0	0,0				
<b>S<sub>tot</sub></b>	3,0	23,0					

**Confianza de la información analizada**

Varianza o CM	0,026
Desviación Estándar	0,162
Coefficiente de variación	0,221
error Típico o error estándar	0,033

**Diferencias Significativas**

Prueba Z		Prueba t				
	P(x)	DMS	Q de medias			
<b>alfa</b>	0,05	1,64	GL	22,00	21,00	<b>20,00</b>
	0,01	2,33	valor t	2,07	2,08	<b>2,09</b>
			DMS	2,82	2,83	<b>2,85</b>

Cuadro comparación	Orgánico	Mixta	Testigo	Químico
	1,3	0,6	0,535	0,494
Prueba Z	—————			
Prueba t	—————			

**Apéndice 5. Costo total de los fertilizantes y la mano de obra utilizada.**

<b>Costo de Total de Fertilizantes</b>			
Fertilizante	Cantidad (kg)	Precio unitario	Total
10-30-10	230,00	₡ 413,04	₡ 95.000,00
Urea	92,00	₡ 347,83	₡ 32.000,00
Humus	480,00	₡ 83,33	₡ 40.000,00
Foliar	Cantidad (Litros)		
Purín	45,60	₡ 450,00	₡ 20.520,00
Tecamin plus	1,00	₡ 8.000,00	₡ 8.000,00
		Total	₡ 195.520,00

<b>Costo Total de Mano de Obra</b>			
Trabajador	Jornales	Costo de jornal	Total
Trabajador 1	1,25	₡ 6.446,00	₡ 8.057,50
Trabajador 2	1,25	₡ 6.446,00	₡ 8.057,50
		Total	₡ 16.115,00

**Apéndice 6. Composición química del lombricompost**

<b>Composición del Humus de Lombriz</b>			
Nitrógeno	1,96-2,2%	Carbono Orgánico	22,53%
Fosforo	0,23-1,8%	C/N	11,55
Potasio	1,07-1,5%	Ácidos Húmicos	2,57 g Eq/100 g
Calcio	2,7-4,8%	Hongos	1500 c/g
Magnesio	0,3-0,81%	Levaduras	10 c/g
Hierro disp.	75 ppm	Actinomiceto total	170.000.000 c/g
Cobre	89 ppm	Act. Quitinasa	100 c/g
Zinc	125 ppm	Bact.. Aeróbicas	460.000.000 c/g
Manganeso	445 ppm	Bact. Anaeróbicas	450.000 c/g
Boro	57,8 ppm	Relación Aer/Anaer	1 : 1000