# UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

## FACULTAD DE INGENIERÌA ZOOTECNIA
## FILIAL CUTERVO

**“PRODUCCIÒN, BROMATOLOGIA Y ATRIBUTOS AGRONÒMICOS DE MARALFALFA (*Pennisetum sp.*), SEGÙN TIPO DE ABONO Y FRECUENCIA DE CORTE”**

# TESIS

**Presentada a la Facultad de Ingeniería Zootecnia**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Por:**

**Bachiller I.Z. FRANK ENRIQUE SALAZAR BERRÌOS**

**LAMBAYEQUE – PERU**

**2016**

# PRODUCCIÓN, BROMATOLOGÍA Y ATRIBUTOS AGRONÓMICOS DE MARALFALFA (*Pennisetum sp.*) SEGÚN TIPO DE ABONO Y FRECUENCIA DE CORTE

## TESIS

**Presentada a la Facultad de Ingeniería Zootecnia para optar el título profesional de**

## INGENIERO ZOOTECNISTA

**Aprobada ante el siguiente jurado:**

_____
I.Z., Segundo F. Bernal Rubio
Presidente

_____
I.Z., M. Sc. Napoleón Corrales Rodríguez
Secretario

_____
I.Z. Benito Bautista Espinoza
Vocal

_____
I.Z., M. Sc. Enrique G. Lozano Alva
Patrocinador

# DEDICATORIA:

**A mis Padres: JORGE y YOLANDA, por todo lo que me han dado en la vida, por estar siempre ahí, junto a mí; por guiar mis pasos y sus sabios consejos. Muchas Gracias…LOS AMO.**

**A MAGNA: Mi esposa, ARIANA, mi hija, mis joyas amadas, por estar ahí siempre en mi vida, por ser el motor que me impulsa a seguir adelante, por la Hermosa familia de la que soy parte…, juntos por siempre. LOS AMO.**

***Frank Enrique***

# AGRADECIMIENTO:

**Al Ing. ENRIQUE LOZANO ALVA, Patrocinador, AMIGO, guía en mi estancia en la vida universitaria y parte importante en la ejecución y presentación de mi trabajo de tesis.**

**A LA PLANA DOCENTE de mi casa universitaria, ZOOTECNIA. Grupo humano, con vocación de servicio, de brindar AMISTAD y FORMACIÓN como personas. A todos ellos mi permanente recuerdo y bendecido de recorrer, bajo su atenta mirada, el camino de mi formación profesional universitaria.**

**A mis compañeros de estudios. Su amistad, apoyo, fuerza moral para no desmayar son parte de lo que soy como persona y como profesional.**

***Frank Enrique***

## CONTENIDO


| | Pág. |
|---|---|
| **I. INTRODUCCIÓN** | 1 |
| **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA** | 3 |
| 2.1. Clasificación y descripción del cultivo de maralfalfa (*Pennisetun sp*) | 3 |
| 2.2. Rendimiento, composición química y atributos agronómicos | 5 |
| 2.3. Fertilizaciones en el cultivo de maralfalfa | 7 |
| 2.4. Fertilización y fertilizantes | 10 |
| 2.4.1. Fertilización orgánica | 11 |
| 2.4.2. La gallinaza, características y uso en la fertilización de pastos | 15 |
| 2.4.3. Estiércol de vacunos, características y usos en la fertilización de pastos | 18 |
| **III. MATERIAL Y MÉTODOS** | 23 |
| 3.1. Lugar y duración de su ejecución | 23 |
| 3.2. Material experimental | 23 |
| 3.3. Metodología experimental | 25 |
| 3.3.1. Labores de campo | 25 |
| 3.3.2. Análisis de suelo | 28 |
| 3.3.3. Datos meteorológicos | 29 |
| 3.3.4. Diseño experimental y análisis estadístico | 29 |
| **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN** | 31 |
| 4.1. Contenido de materia seca parcial | 31 |
| 4.2. Rendimiento de materia verde | 33 |
| 4.3. Rendimiento de materia seca | 37 |
| 4.4. Atributos agronómicos | 3 |
| 4.5. Correlaciones entre parámetros evaluados | 9 |
| 4.6. Composición química de la maralfalfa | 53 |
| **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** | 54 |
| **VI. RESUMEN** | 57 |
| **VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA** | 59 |
| **VIII. APÉNDICE** | 61 |
| | 70 |


## ÍNDICE DE CUADROS


| CUADRO N° | | Pág. |
|---|---|---|
| 1. | Análisis de suelo con cultivo de maralfalfa | 25 |
| 2. | Información meteorológica del periodo de estudio, 2015 | 29 |
| 3. | Esquema del análisis de varianza | 30 |
| 4. | Materia seca en maralfalfa, Cutervo, Cajamarca, 2015, %, TCO | 31 |
| 5. | Rendimiento de materia verde en maralfalfa, Cutervo, Cajamarca, 2015 | 34 |
| 6. | Rendimiento de materia seca en maralfalfa, Cutervo, Cajamarca, 2015 | 37 |
| 7. | Atributos agronómicos en maralfalfa, según fertilización y edad de corte | 40 |
| 8. | Correlaciones entre atributos agronómicos | 53 |
| 9. | Composición química de la maralfalfa, según fertilización y edad de corte | 55 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

**GRÁFICO N°** **Pág.**


1. Materia seca en maralfalfa, según fertilización y edad de corte……..... 32
2. Rendimiento de materia verde, según fertilización…….……..... 35
3. Rendimiento de materia verde, según edad de corte…… 36
4. Rendimiento de materia seca de acuerdo a la edad de corte…….…. 38
5. Altura de planta en maralfalfa, según fertilización…….. 41
6. Altura de planta en maralfalfa, según edad al corte……... 42
7. Diámetro de tallo en maralfalfa, según fertilización…… 44
8. Diámetro de tallo en maralfalfa, según edad al corte……. 45
9. Largo de hoja en maralfalfa, según fertilización…….. 46
10. Largo de hoja en maralfalfa, según edad al corte……..... 47
11. Ancho de hoja de maralfalfa, según fertilización……. 48
12. Ancho de hoja en maralfalfa, según edad al corte…… 49
13. Proporción hoja:tallo en maralfalfa, según fertilización…….. 51
14. Número de hojas/tallo en maralfalfa, según fertilización…….. 52


## CUADROS DEL APÉNDICE


1A. Anàlisis de varianza del contenido de materia seca en maralfalfa, TCO……..... 70
2A. Anàlisis de varianza del rendimiento de materia verde en maralfalfa, …… 70
3A. Anàlisis de varianza del rendimiento de materia seca en maralfalfa, ……... 71
4A. Anàlisis de varianza del altura de planta en maralfalfa…….……..... 71
5A. Anàlisis de varianza del diámetro de tallo en maralfalfa, …….……..... 72
6A. Anàlisis de varianza del largo de hoja en maralfalfa, ……..……..... 72
7A. Anàlisis de varianza del ancho de hoja en maralfalfa, ……..... 73
8A. Anàlisis de varianza de la relación hoja;tallo en maralfalfa, ……..……..... 74
9A. Anàlisis de varianza del número de hojas/tallo en maralfalfa, ……..... 74

# I. INTRODUCCIÓN

Es común denominador en las explotaciones bovinas bajo el sistema extensivo de zona de sierra la predominancia de pasturas de escaso valor nutritivo, estacional y bajo rendimiento y donde predominan gramíneas como el kikuto (*Pennisetum clandestinum*). En estas condiciones, la producción y comportamiento reproductivo de los animales siempre han sido bajos, haciendo de esta actividad que sea de baja productividad. Sin embargo, desde hace poco instituciones públicas (Agencia Agraria, Facultad de Ingeniería Zootecnia) y productores progresistas, vienen promoviendo la evaluación de pastos exitosos en otras latitudes y que podrían significar una alternativa válida en la ganadería de la zona. Uno de ellos es el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*), con referencias de altos rendimientos y valor nutritivo, resistencia a periodos prolongados de sequía como la que caracteriza a la sierra norte del país como es el caso de Cutervo, Cajamarca.

Las buenas referencias del cultivo en investigación, no ha sido evaluado bajo condiciones de la zona en lo que respecta de su respuesta a la fertilización y estados diferentes de corte. Para dar respuesta y solución a este problema se plantea si…… ¿la maralfalfa variará en el rendimiento, bromatología y atributos agronómicos según la fuente de abono y corte a los 75 y 90 días después de su instalación?. Esta incertidumbre plantea anticipadamente que el rendimiento, bromatología y atributos agronómicos (altura de planta, ancho y largo de hoja, diámetro de tallo, relación hoja:tallo de la maralfalfa, variará según la fuente del abono y edad de corte.

El buen posicionamiento de la ganadería en la provincia de Cutervo, el interés emprendido por la Agencia Agraria de Cutervo, Facultad de Ingeniería Zootecnia-Filial Cutervo, y de algunos agricultores por introducir el cultivo del maralfalfa, genera la importancia de llevar a cabo experimentos que validen la

información existente. Los cultivares en el campus de la Filial permite evaluarlas científicamente y posteriormente llevar a cabo otros estudios sobre respuesta animal alimentados con este cultivar; habiéndose planteado lograr los siguientes objetivos:

- ☞ Determinar el rendimiento de biomasa, bromatología y otros atributos agronómicos de la planta de maralfalfa ante dos fuentes de abonos y evaluados a los 75 y 90 días de edad al corte en un cultivar ya existente.

# II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 2.1. CLASIFICACIÒN y DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DE MARALFALFA (Pennisetum sp).

Una clasificación taxonómica, independiente de la discusión que existe sobre su origen, es la que corresponde a **DAWSON y HATCH (2002**):

| | |
|---|---|
| Familia | *Poaceae* |
| Sub- familia: | *Panicoideae.* |
| Clase: | *Angiosperma* |
| Reino: | *Gramínea* |
| Género *:* | *Pennisetum* |
| Especie: | *Sp* |
| Nombre común: | *Maralfalfa* |

**HANNA et al. (1984)** la describen como una planta triploide, que combina la calidad nutricional del forraje *Pennisetum americanum*, con el alto rendimiento de materia seca del *Pennisetum purpureum,* Schum. Es estéril por lo que para obtener híbridos fértiles se han utilizado Colchinina con lo que duplica el número de cromosomas y se obtiene un híbrido hexaploide fértil.

**RICAURTE *et al*. (2000)**, explican que el efecto que tuvo la Maralfalfa sobre la buena distribución de agregados es un factor que lo indican que puede ser usado para la conservación de los suelos, y aseguran que esta característica radicular de algunas plantas forrajeras, podría ser aprovechada en el manejo de suelos de ladera.

**CORREA *et al (*2002**), describen que 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. 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. 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. 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. Adiciona que el origen del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) es aún muy incierto y que dicho pasto podría corresponder a un *Pennisetum hybridum* comercializado en Brasil como Elefante Paraíso Matsuda. Agrega que, que el pH del suelo indicado para establecer maralfalfa es de 6 a 7 y materia orgánica de 0.60% a 0.79%.

**RAMÍREZ (2003**), la cita como un cultivo perenne con una alta capacidad de producción de forraje de buena calidad nutricional y que al tratarse de un pasto de corte, permite incrementar la producción por hectárea. Por su sabor dulce (alto nivel de carbohidratos) es muy apreciable tanto para ganado bovino como para caprino, ovino, equino y porcino, los mismos que pueden ser alimentados con este forraje ya sea verde picado, seco molido o ensilado.

Este pasto se desarrolla excelentemente en terrenos con altitudes desde el nivel del mar, existiendo reportes sobre su adaptación, hasta altitudes cercanas a los 3,000 msnm. Desarrolla bien en suelos con fertilidad media a alta, no obstante su mejor desarrollo se obtiene en suelos con buen contenido de materia orgánica, buen drenaje y con textura media. Sin embargo existen evidencias que se adaptan en suelos pobres en materia orgánica y diversas texturas (finas o gruesas), pH de 4.5 a 5.0, clima relativamente seco y templado (***www.pastomaralfalfa.wordpress.com/el-pasto-maralfalfa***).

## 2.2. RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA y ATRIBUTOS AGRONÓMICOS.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO (2006)**, en maralfalfa menciona datos sobre: altura de planta (3,64 m), peso de planta (1774,06 g), número de hojas (17,90), longitud de hojas (125,65 cm), ancho de hojas (4,20 cm), peso de hojas (297,97 g), diámetro de tallo (1,92 cm), peso de tallo (875,54 g), relación hoja - tallo (0,34), producción biomasa (18,74). Análisis realizados por el laboratorio Clonar Ltda., los resultados son los siguientes: Humedad 79.33% cenizas 13.5%, fibra 53.33%, grasa 2.1%, carbohidratos solubles 12.2%, proteínas crudas 16,25%, Nitrógeno 2.6%, calcio 0.8%, magnesio 0.29%, fósforo 0.33%, potasio 3.38% (http://www.pastomaralfalfa.com/características.html).

**GOMEZ et al. (2006**), destaca que las ventajas del maralfalfa es poseer un amplio rango de adaptación a diferentes suelos y pisos térmicos (0 – 2600 msnm), posee un alto nivel de proteínas (cerca de 17.2%), alto nivel de carbohidratos (azúcares) que lo hacen muy apetecible y produce entre 200 y 400 tm/ha.

**MÉRIDA (2013)**, demuestra la disminución de la proteína según la edad de la planta ya que al evaluar a los 60, 75, 90 y 105 días de edad, esta fue de 11.91%, 10.12%, 5.98% y 7.04% respectivamente.

**MORENO (2013)**, en México, cita rendimientos de 95.33, 90.67, 71.33, 84.00 y 88.67 tm/ha para el 1, 2, 3, 4 y 5º corte, respectivamente. El resultado obtenido del análisis bromatológico realizado a la edad de 75 días fue: Humedad 82.7%, materia seca 17.3%, extracto etéreo (grasa) 1.64%, fibra cruda 17.08%, proteína cruda 20.78% y cenizas (minerales) 17.01%.

**TORO (2015)**, ha evaluado, en la zona de este estudio, Perú, Cajamarca, cultivares de maralfalfa en zona media, baja y alta. El contenido de materia seca en TCO fue de 29.94, 39.59 y 42.62% en el, orden indicado de lugares, con diferencias significativas ($p<0.01$) de altura baja y alta con respecto a la media. En el mismo orden, la altura de planta fue de 2.307, 2.508 y 2.556 m; diámetro de tallo de 1.164, 1.065 y 1.042

cm; largo de hoja de 0.589, 0.802 y 0.646 m; ancho de hoja de 1.945, 2.150 y 1.435 cm con diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$); número de hojas por tallo fue 22.90, 17.73 y 20.17 hojas; proporción hoja:tallo fue de 25.28:72.72, 32.04:67.96 y 31.19:68.81; macollos por corona de 20.9, 18.6 y 18.8 en los lugares mencionados. Los rendimientos de materia verde y materia seca encontrados fueron de 119.1, 124.7 y 70.8 tm/ha/corte, con diferencias altamente significativas. En materia seca se determinaron rendimientos de 35.652, 51.982 y 30.668 tm/ha/corte con la misma diferencia estadística que para materia verde. Halló correlaciones de altura de planta con diámetro de tallo (0.45) vs, con número de hojas/tallo (0.44) y, la relación hoja:tallo. Correlaciones altamente significativas entre largo de hojas vs. ancho de hoja (0.66), vs. relación hoja:tallo (0.57), significativas con rendimiento de materia verde (0.39 y 0.61). Hubieron correlaciones altamente significativas entre ancho de hoja vs relación hoja:tallo (-0.57); correlaciones entre ancho de hoja vs rendimiento de materia verde (0.43) y rendimiento de materia seca (0.38). Es importante la correlación entre hoja:tallo vs. Tallo:hoja, con una correlación casi perfecta y altamente significativa (0.98), con los rendimientos de materia verde (-0.37) y materia seca (-0.44); correlación de la proporción tallo:hoja con rendimientos de materia verde (0.42) y materia seca (0.46). Correlación altamente significativa (0.90) entre rendimiento de materia verde vs rendimiento de materia seca. Hallaron un mayor contenido de proteína en la zona media (Yacuchingana) con un 14.5%, seguido de la zona baja (Yatún) con un 12.98% y un menor contenido protecico en maralfalfa cultivada en zona alta (Mochadín) con 10.05%.

**CORONEL (2015)**, en la misma zona de este estudio, Cutervo, Cajamarca, Perú, en cultivares de maralfalfa instalados en dos sector, ambos a una altitud de aproximadamente 2649 msnm, de secano, halló materia seca, TCO, de 28.49 y 29.89%; altura de planta de 1.485 y 2.093 m.; diámetro de tallo de 1.20 y 1.10 cm; largo de hoja de 0.572 y 0.544 m; ancho de hoja de 2.29 y 2.05 cm.; número de hojas por tallo de 14.67 y 14.20; proporción hoja:tallo de 38:56:61.44 y 31.19:68.81; se hallaron macollos por corona de 16.70 y 18.6

al corte de instalación y a los 60 días, respectivamente. Los rendimientos de forraje verde y materia seca encontrados fueron de 82.250 con 25.384 al corte de instalación y de 119.1 con 38.683 TM/ha, en el corte a los 60 días, con diferencias estadísticas ($p<0.05$), para ambas evaluaciones. El contenido de proteína bruta, cenizas, extracto etéreo y fibra bruta (BS), fue de 14.76, 11.37, 2.27 y 21.89% al corte de instalación y de 13.30, 10.80, 2.32 y 23.43% a los 60 días. Halló correlaciones positivas, significativas, de altura de planta (AP) con número de hojas/tallo (0.83) y con la relación hoja:tallo (H:T), de (0.63); del diámetro de tallo (DIA) con ancho de hoja (AH), de 0.70 y negativa con número de hojas/tallo (H/T) de -0.78 y con relación hoja:tallo (H:T) de -0.63. También hay una correlación significativa, positiva, del número de hojas/tallo (H/T) con la relación hoja:tallo (H:T) de 0.85.

## 2.3. FERTILIZACIONES EN EL CULTIVO DE MARALFALFA

**MÀRQUEZ et al. (2007)**, al determinar el efecto de la frecuencia de corte y tipos de fertilización nitrogenada en tres genotipos del pasto elefante, Mérida, Venezuela, en un diseño bloques al azar con tres repeticiones, con los tratamientos de dos frecuencias de corte (F1: 49 y F2: 63 días), tres genotipos (G1: Taiwan A-146, G2: Morado y G3: Maralfalfa) y tres tipos de fertilizaciones (N1 estiércol de bovinos, equivalente a 91 kg N/ha/año, N2 y N3 urea, correspondiendo a 343 y 686 kg N/ha/año, respectivamente). El efecto FxG influyo significativamente sobre el rendimiento de materia seca total (MST) y proteína cruda (PC). Los rendimientos fueron 40,9, 29,7 y 37,7 t MS/ha/año para G1, G2 y G3, respectivamente. En relación con el porcentaje de materia seca, se detectaron diferencias (P

**BUELBAS (2009)**, desarrolló una investigación en un lote de pasto de corte maralfalfa ya establecido, donde se ubicaron al azar 16 parcelas demostrativas con T1:Fertilización orgánica (FO), T2:Fertilización química (FQ), T3:Fertilización química más orgánica (FQO), T4: sin fertilización (SF). Cada parcela del experimento se dividió en cuatro subparcelas donde se evaluó la composición nutricional y la producción de

forraje a los 40, 50, 60 y 70 días de rebrote. Se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) para la composición nutricional de pasto maralfalfa, cuando fue fertilizado, obteniendo valores de proteína cruda de 8.83% para FO, 7.6% para FQ, 9.81% para FQO y 6.73% para SF. La MS para FO, FQ, FQO y SF fue de 15.06%, 15.78%, 11.18 y 16.63% respectivamente. La FDN para FO, FQ, FQO y SF fue de 68.39%, 68.86%, 66.47% y 69.39% respectivamente. La FDA fue de 41.65% para FO, 42.91% para FQ, 41.43% para FQO y 43.68% para SF. La PC disminuyó con el tiempo alcanzando valores de 9.77% a los 40 días, 8.68% a los 50 días, 7.76% a los 60 días y 6.74% a los 70 días. La MS aumento logrando su máximo valor a los 70 días con 17.72% y su mínimo valor a los 40 días con 12.79%. La FDN y la FDA aumentaron con la madurez de la planta logrando valores de 65.52% y 38.65%, 67.97% y 41.90%, 68.85% y 43.32%, 70.77% y 45.79% a los 40, 50, 60 y 70 días respectivamente. La fertilización y la edad afectaron de una manera significativa ($p<0.05$) la evaluación agronómica, donde la altura aumento linealmente a medida que aumentaba la edad, obteniendo su máximo valor en la FQO con 188.12 cm, mientras que cuando no se fertilizó el valor promedio fue de 145 cm. La producción de MS mayor se logró con la FO con 7.38 ton/ha, seguida de la FQO con 6.03 ton/ha, en la FQ fue de 35.46 ton/ha y la mínima producción de MS fue la SF con 5.2 ton/ha.

**CARREÑO (2009)**, refiere que la fertilización adecuada de estos pastos es imprescindible y obligatoria por tratarse de pastos de crecimiento ultrarrápido. Por tal razón estos cultivos no funcionan sin fertilizantes. Por otra parte, dice que la maralfalfa, el King grass y el Taiwán morado son muy productivos porque con poco fertilizante su rendimiento es alto.

**HUMEDALES USUMACINTA HUMUS A.C. (s.f.)**, describe que en zonas con suelos pobres en materia orgánica, que van de Franco – Arcillosos a Franco – Arenoso, en un clima relativamente seco, con pH de 4,5 a 5,0 con una altura aproximada de 1750 metros sobre el nivel del mar y en lotes de tercer corte, se han obtenido cosechas a los 45 días con una producción promedio de 22 kilos por metro cuadrado, es

decir 220 toneladas por hectárea, con una altura promedio por caña de 2.50 m.; que los cortes se deben realizar cuando el cultivo alcance aproximadamente un 10% de espigamiento. Agrega que, el fertilizante orgánico no es suficiente para abonar pastos de corte ya que el abono orgánico, puede aportar nutrientes pero no están disponibles 100 % y sus nutrientes no están en cantidades suficientes y el sistema radicular en muchos de los casos, sólo absorben en forma limitada dichos elementos.

**CUNUHAY y CHOLOQUINGA (2011)**, en un estudio de adaptación, en dos pisos altitudinales, para la maralfalfa encontró a los 90 días de edad altura de planta entre 2.593 y 2.688 m, en tanto que a los 120 días de edad hallaron mediciones, promedios, entre 3.261 y 3.304m. Halló que el número de hojas era de 5.97 a 6.35 (60 días), 8.9 a 9.37 (90 días), 9.75 a 10.35 (120 días).Citan producciones entre 195.7 y 238.8 tm/ha y al análisis bromatológico encontraron 82.88% de humedad, 12.58% de cenizas, 2.54% en E.E., 13.5% de proteína, 30.4% de fibra y 40.99 ELN.

**ACOSTA(2011)**, empleando 3 dosis de fertilización nitrogenada(184, 138 y 92 kg/ha) en dos tiempos de corte (5ta y 6ta semana) en pasto Maralfalfa en Iquitos-Perú, obtuvo rendimientos, en $T_3$ (184 kg/ha de Nitrógeno) en los dos tiempos de corte con valores de altura = 1.87 m, materia verde =37,300 kg/ha y materia seca = 9,300 kg/ha para la 5ta semana y valores en altura = 2.22 m, materia verde = 44,000 kg/ha y materia seca =14,000 kg/ha, para la 6ta semana, y concluye que la aplicación de nitrógeno, influye significativamente en las características agronómicas del pasto en estudio.

**ZEVALLOS (2012)**, asevera que el nivel de nitrógeno de 184 Kg/ha., Influye directamente sobre las características bromatológicas del pasto maralfalfa;  que tanto en la proteína, grasa, fósforo y potasio, influye directamente la edad de la planta.

## 2.4. FERTILIZACIÓN y FERTILIZANTES.

**QUINTANILLA (1991)**, señala que el fertilizante es un elemento nutritivo esencial, es todo elemento mineral necesario para el normal desarrollo de las plantas y cuya deficiencia no puede ser sustituido por otro.

**FA0 (2002)**, expone que los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos; sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando ya que los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse y la profundidad de las raíces del cultivo puede ser aumentada.

Así mismo, **GUERRERO (2004)**, menciona que fertilizante es cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético que suministra a las plantas uno o más de los elementos nutricionales necesarios para su normal crecimiento. Abonos y fertilizantes, son materiales que se añaden al suelo o a las plantas con el fin de suministrar uno o más elementos nutritivos en ellos contenidos.

**GARCIA y LUCENA (2009)**, resaltan que los fertilizantes permiten restituir a los suelos los elementos nutritivos que las plantas extraen, o que los suelos pierden por lavado, retrogradación y erosión, poniendo a disposición de los cultivos los nutrientes que precisan en cada momento. Dicho de otro modo, el agricultor con los fertilizantes mantiene llena la despensa de nutrientes, que en parte, es el suelo. Agregan que los fertilizantes son un factor más a considerar en la explotación, junto al suelo, variedad, rotación, agua, etc. Y del buen manejo de todos los factores, de su adaptación a las condiciones únicas de cada finca, y del buen

hacer del agricultor, dependerá que se obtengan en la explotación agraria unos buenos resultados, tanto económicos como medioambientales.

### 2.4.1. Fertilización orgánica.

**TISDALE et al. (1985)**, hacen notar que la materia orgánica tiene un marcado efecto en la capacidad de intercambio catiónico de los suelos. Los cationes están cargados positivamente, por lo que son atraídos por las superficies con cargas negativas. En la materia orgánica las cargas negativas se deben principalmente a los grupos carboxyl (-COOH) y fenólico (Cy^OH). El grupo carboxyl se disocia para dejar una carga negativa. Se estima que entre el 85% y 90% de las cargas negativas del humus se debe a estos dos grupos funcionales.

**RASPEÑO y CUNIOLO (1996),** resaltan que el abono orgánico también recibe el nombre de Compost, palabra que proviene del latín *componere* que significa juntar, por lo tanto el abono orgánico es la reunión de un conjunto de restos orgánicos que sufren un proceso de fermentación y dan un producto color marrón oscuro. Este abono madurado es estable, o sea, que en el proceso de fermentación esta esencialmente finalizado, esta materia resultante contiene nutrientes como: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro y otros elementos necesarios para la vida de las plantas; que los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades: **físicas** (**e**l abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, mejora la estructura y textura del suelo, mejoran la permeabilidad del suelo, disminuyen la erosión del suelo, aumentan la retención de agua en el suelo); **químicas** (aumentan el poder tampón del suelo, aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad; **biológicas** ( los abonos orgánicos favorecen la aireación y

oxigenación del suelo, constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

Para la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEDELLÍN (1998)**, se considera un abono orgánico todo material de origen animal o vegetal que se utilice principalmente para mejorar las características del suelo, como fuente de vida y nutrientes al suelo. Entre los abonos orgánicos, los más conocidos son el compost, el bocashi y el lombricompost o vermicompost, pero también son comúnmente utilizados las aplicaciones de gallinaza y otros desechos vegetales frescos, como la pulpa del café.

**VÁSQUEZ (2000)**, menciona que la agricultura orgánica es una herramienta que permite abrir oportunidades en el mercado por la continua demanda de alimentos inocuos para la salud humana y que compromete a quienes se desempeñan en el sector agrícola a lograr la producción a un menor costo, mayor competencia dentro del mercado y mejor calidad de los productos formando parte de las nuevas tecnologías.

Para **OROZCO (2000)**, la aportación al suelo de materias orgánicas inertes, descompuestas, o en vías de descomposición con el fin de conseguir material húmico, es lo que se entiende por fertilización orgánica.

Dice **LEGALL *et al* (2001)**, que la base principal de la fertilidad orgánica es la composta resultado de la degradación de una mezcla determinada de materiales orgánicos, por la acción de microorganismos que tienen la finalidad de potenciar la fertilidad natural del suelo y que el objetivo de su elaboración es la reducción de compuestos orgánicos complejos para obtener de ellos compuestos sencillos particularmente inorgánicos, que sean asimilables gradualmente por la planta.

**ROSAS (2003)**, dice que la filosofía de la agricultura orgánica se basa en ausencia de plaguicida y fertilizantes químicos, pero sí el uso de prácticas fitosanitarias y de producción a partir de procesos y controles naturales y biológicos en busca de obtener mayor calidad nutricional en la producción, con el fin de preservar el ecosistema. Es la agricultura orgánica el alimento al suelo y no a las plantas, por lo tanto si este está equilibrado a nivel de nutrientes, las plantas también.

Según **LEBLANC et al. (2007)**, la calidad de un abono orgánico se determina a partir de su contenido nutricional y de su capacidad de proveer nutrientes a un cultivo.

**ESTRADA (2003)**, afirma que el efecto benéfico de la aplicación de abonos orgánicos, se debe al suministro inmediato de sustancias nutritivas, y al mejoramiento o mantenimiento de las condiciones físicas del suelo, tales como la granulación, la estabilidad estructural y la relación aire-agua. Es decir los abonos orgánicos son acondicionadores físicos del suelo de valor incalculable.

Padilla, citado por **CRUZ (2002)** y **VIVANCO (2003)**, exponen, independientemente, que la aplicación de abonos orgánicos ofrece beneficios favorables para las plantas tales como: Servir como medio de almacenamiento de los nutrimentos necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc., aumentar la capacidad de intercambio de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas, amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados, proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno.

Dice **INFOJARDIN (2008)**, que el término "fertilizante orgánico", se emplea para identificar un abono elaborado a base de estiércol de animales y residuos vegetales que pueden ser: sólidos (compost) y líquidos (Biol). Los fertilizantes de origen orgánico (estiércol, turba, compost, etc.) son lentos porque antes los

nutrientes, por ejemplo, Nitrógeno, se tienen que ir liberando a medida que los microorganismos los descomponen para ponerlos a disposición de las raíces. Los microorganismos son más eficientes en suelos calientes, pH neutros o alcalinos, con humedad y muy aireados.

**OCHOA (2009)**, asevera que abono orgánico, es un fertilizante que no está fabricado por medios industriales, como los abonos nitrogenados (hechos a partir de combustibles y aire) o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio. En cambio los abonos orgánicos provienen de animales, humanos, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural**.**

### 2.4.2. La gallinaza, características y uso en fertilización de pastos.

**DONAHUE et al. (1983)**, promediaron los resultados de diferentes fuentes, reportando la siguiente composición química de gallinaza (% en base seca) : 5-8% de N, 1-2% P, 1-2% de K, 2-3% de Mg 1-2% de sodio, 2-5% de sales solubles.

León y Gómez, 1986, citados por **CIAT (1988)**, dan a conocer que en el rendimiento de King grass (*Pennisetun purpureun* cv. CT - 115) con aplicación de fertilizantes orgánicos, urea y cal dolomítica, los mayores rendimientos de forraje seco se obtuvieron con la aplicación por corte de 3 t de gallinaza/ha, aunque no fue diferente estadísticamente del tratamiento con urea (200 kg de N/ha). A pesar de esto, parecen recomendables cantidades mayores de 1 t de gallinaza/ha y 50 kg de N/ha/corte, tratamientos que obtuvieron igual comportamiento en cuanto a rendimiento.

**MEYFER (1991)**, cita para la gallinaza que se comercializa en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, México, 3.43% de N, 3.25% P, 2.7% de K, 1.56% de Mg 0.36% de sodio y diferentes cantidades de elementos menores.

**LON WO (1993)**, la define como la acumulación de la excreta pura, a la que se unen restos de concentrado, plumas, huevos rotos y un porcentaje del material de la cama.

**WILLIAMS (1999)**, explica que la cantidad y características de la gallinaza dependen de la especie, la edad, la dieta y la salud de las aves, así como de las prácticas de gestión agrícola; estimándose que las heces excretadas por 1 000 aves al día se sitúan en torno a 120 kg para las gallinas ponedoras, 80 kg para los pollos de carne, entre 200 y 350 kg para los pavos (hembras en fase de crecimiento y machos pesados en fase de crecimiento, respectivamente), y 150 kg para los patos, según citas de Collins et al., 1999; Williams, Barker y Sims, 1999, y que as estimaciones de la yacija producida por 1 000 aves de carne para la venta oscilan entre 1,1 y 2,4 toneladas para los pollos, 7,3 y 12,7 toneladas para los pavos (hembras en fase de crecimiento y machos pesados en fase de crecimiento, respectivamente), y 3,9 toneladas para los patos.

En tanto que **MARSHALL (2000)**, dice que actualmente, se conoce como gallinaza a la mezcla de heces y orina que se obtiene de la gallina o pollo enjaulado, a la que se une la porción no digerible de los alimentos, células de descamaciones de la mucosa del aparato digestivo, productos de secreción de las glándulas, microorganismos de la biota intestinal, diversas sales minerales, plumas y un porcentaje ínfimo de material extraño.

Otros autores como Gabaldon et al. (1999) y Marshall, 2000**;** citados por **YANEISY et. al. (2005)**, mencionan que la gallinaza es la mezcla de heces y orina que se obtiene de la gallina o pollo enjaulado, a la que se une la porción no digerible de los alimentos, células de descamaciones de la mucosa del aparato digestivo, productos de secreción de las glándulas, microorganismos de la biota intestinal, diversas sales minerales, plumas y un porcentaje ínfimo de material extraño.

Fertilizantes Orgánicos T&C 2005, citado por **CEDECO (2005)**, dan para el estiércol de gallina un 53 % de humedad, 6.11 % de nitrógeno, 5.21 % de fosforo, 0.60 % de potasio.

**MORIYA (2008)**, señala que la gallinaza es uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede aportar al suelo. Contiene nitrógeno, fósforo, potasio y carbono en importantes cantidades. De hecho, la gallinaza puede ser mejor fertilizante que cualquier otro abono, incluyendo el de vaca o el de borrego, precisamente porque la alimentación de las gallinas suele ser más rica y balanceada que la pastura natural de las vacas o los borregos, y no es que los abonos de vaca o borrego no tengan nutrientes, la diferencia radica en las concentraciones.

**ESTRADA (2005)**, hace referencias que la cantidad de gallinaza depende de diversos factores, como edad y línea en pollos de engorde y que hay que tener en cuenta que por cada kilo de alimento consumido los pollos producen alrededor de 1.1 a 1.2 kg de deyecciones frescas, con el 70 –80% de humedad. En deyecciones totalmente secas ello supondría unos 0.2 – 0.3 kg por ave y por kilo de alimento consumido, que la producción de gallinaza pura y seca, al final del periodo, depende del peso vivo y de su consumo total, pudiéndose estimar entre 20 y 28 kg/ave. Con respecto a la producción de gallinaza de ponedoras, la situación parecería más sencilla al recogerse en forma pura (explotaciones en jaula). Sin embargo, la circunstancia de existir diversos sistemas de recogida de deyecciones (en función de su periodicidad y/o si se dispone de un presecado o no), hace que la humedad (70 a 80%) de éstas varíe considerablemente, lo que afecta a su producción aparente 1,4-6 y que lo más lógico sería expresar la producción de gallinaza de las ponedoras en materia seca y en relación al consumo de alimento, estimándose que la materia seca de las deyecciones oscila entre 20 y 30 g/ave/día.

**RADILLO et al. (2009)**, muestran en una investigación con el pasto guinea (*Panicum máximum* Jaqc) variedad "tanzania" que la altura de planta con el tratamiento composta de pollinaza y adicción de fertilización química fue el mejor, al registrar un valor de 176.40 cm altura de planta, seguido por el sustrato orgánico composta de pollinaza solo con 156.73 cm. la menor altura se presentó en el sustrato orgánico de vermicomposta con 87.4 cm de altura por planta. Hallaron que la mayor producción de peso fresco del pasto guinea (*Panicum máximum* Jaqc) variedad "tanzania" fue en el tratamiento composta de pollinaza con adición de fertilización química, con 2.117 Kg., seguido por el tratamiento pollinaza solo con 1.631 Kg. de forraje por planta; en los sustratos orgánicos restantes, la vermicomposta presento la menor producción de forraje fresco con 0.518 kg. por planta; el testigo (sin aplicación orgánica e inorgánica) registró una producción de 0.266 Kg por planta. Con respecto a la producción por hectárea de materia seca del pasto guinea (*Panicum máximum* Jaqc) variedad "tanzania", el mejor tratamiento fue la aplicación composta de pollinaza con adición de sustrato inorgánico, al obtener una producción de 32.63 t/ha de materia seca, seguido por el tratamiento composta de pollinaza solo con 28.30 t/ha, la menor producción fue en el tratamiento de testigo solo con 5.1 t/ha.

### 2.4.3. Estiércol de vacunos, características y usos en fertilización de pastos

**DONAHUE et al. (1983)**, en estudios de la composición química del estiércol de ganado de vacas lecheras en diferentes fuentes seleccionadas, reportan la siguiente composición química promedio (% en base seca) : 2-8% de N, 0.2-1% P, 1-3% de K, 1-1.5% de Mg 1-3% de sodio, 6-15% de sales solubles. En otros estudios citados por **VILLARROEL (1979)**, se menciona que el estiércol bovino contiene 0.4% de N, 0.18% de $P_20_5$ y 0.45% de $K_2O$.

**HUBER y AMBERGER (1990)**, encontraron que cuando el estiércol es aplicado en la superficie del suelo disminuye un 25% el contenido de NH3 comparado con la incorporación, así mismo en la estación

temprana encontró decrementos de 60% cuando se aplicó en condiciones de alta temperatura y después de la cosecha. Resultados similares fueron reportados por Tisdale et al. (1985) sobre el efecto del método de aplicación en la cantidad de nitrógeno que se pierde por volatilización.

**FLORES y FRED (1990)**, mencionan que el estiércol animal está formado por excremento sólido y liquido del ganado, mezclado generalmente con ciertos materiales usados para cama de los animales, como paja y césped. En general el estiércol fresco de los equinos y el bovino contiene de 20 a 25 por ciento de materia seca, 0.37 a 0.60 por ciento de nitrógeno, de 0.25 a 0.35 por ciento de anhídrido fosfórico (P2O5), y de 0.15 a 0.76 de potasio K20, además de cantidades considerables de otros nutrientes no clasificados, dependiendo de diversos factores tales como clase, edad y características individuales de los animales, producción de leche del ganado vacuno entre otros.

**FERNÁNDEZ et. al. (2010)**, manifiestan que el estiércol de los animales proporciona materia orgánica a los suelos aumentando la capacidad de retención del agua y disminuyendo problemas de erosión de lluvias y el viento. Favorece, asimismo, a la aireación y el desarrollo de los microorganismos del suelo y las plantas. Además, incorpora elementos inorgánicos al suelo como N, P y K. El aprovechamiento del estiércol es lento; produce beneficios a largo plazo. Al menos la mitad de los principios nutritivos del estiércol, son aprovechados en el primer año, el resto en el segundo o en los posteriores años. Puede existir como reserva por varios ciclos de cultivo, aumentando notablemente los rendimientos forrajeros. El animal devuelve el 73 % de nitrógeno en forma de estiércol, el 88 % de fósforo, 80 % de potasio y el 86 % del calcio. La magnitud de estas cantidades nos demuestra la importancia que tiene el estiércol como fertilizante y la necesidad de que ésta sea devuelta a las pasturas directamente por los animales en pastoreo o transferida desde los establos

**PASOLAC (2007)**, reportan que el estiércol de vacuno contiene 1.1-3 % de N, 0.3- 1 % de P y 0.8-2 % de K. Estos nutrientes se liberan paulatinamente (al contraste con el fertilizante químico). El estiércol bovino libera aproximadamente la mitad de sus nutrientes en el primer año. El contenido de nutrientes en el estiércol varía dependiendo de la clase de animal, su dieta y el método de almacenamiento y aplicación.

Además el estiércol de vacuno tiene el 83.2 % de humedad, 1.67 % de nitrógeno, 1.08 % de fosforo, 0.56 % de calcio (Fertilizantes Orgánicos T&C 2005, citado por **CEDECO, 2005)**.

**FLORES y FRED (1990)**, señalan que para las plantas, el contenido de potasio en el estiércol es tan asimilable como el de los fertilizantes químicos, por el contrario, solo una fracción de nitrógeno presente en el estiércol es soluble y directamente asimilable en la misma forma que el de los fertilizante químicos. Gran parte del contenido de nitrógeno en el estiércol se halla en estado orgánico, y no se mineraliza sino con mucha lentitud en el transcurso de muchos años. En consecuencia, el efecto del estiércol tiende a extenderse por un periodo de tiempo más prolongado que los fertilizantes químicos.

**MÉNDEZ (1998)**, citando a Simpson (1991) explica que el termino estiércol es designado a los materiales orgánicos de gran volumen, principalmente a residuos de excretas animales que son incorporados nuevamente al suelo directamente o después de algún proceso. Como abono se refiere a los materiales principalmente orgánicos ricos en uno o más de los nutrientes indispensables para las plantas.

Arteaga et al. (1981), citados por **GONZÁLEZ (1995)**, en un período de cuatro años, la aplicación de estiércol vacuno aumentó la producción de forraje seco de 6.03 a 12.34 t/ha/año en comparación con un testigo en praderas de *Digitaria decumbens* y en *Cynodon dactylon* los rendimientos fueron de ll .66 vs 24.10 t/ha/año de M.S. respectivamente. El estiércol vacuno mejoró la fertilidad, mantuvo el pH dentro de un rango

aceptable, incrementó los contenidos de K20, Ca y MO y disminuyó el contenido de Al. La composición del estiércol fue de M.S., 25 %; N, 2.31 %; P, 0.54 % y K, 1.8 %).

**GONZÁLEZ (1995)**, en una investigación con estiércol de bovino, los tratamientos consistieron en aplicaciones anuales en la fase 1 (de cuatro años) en el rendimiento promedio de forraje seco del buffel (*Cenchrus ciliaris* c.v. Texas - 4464) con tres niveles de estiércol de bovino (10, 20 y 30 t/ha) fue de 4.85, 6.22 y 7.04 t/ha respectivamente y en la fase 2 (de tres años) en el rendimiento promedio de forraje seco del buffel con tres niveles de estiércol de bovino (10, 20 y 30 t/ha) se obtuvo 4.68, 6.22 y 8.22 t/ha respectivamente. En la misma investigación, en la fase 1 (de cuatro años) la altura del forraje buffel (Cenchrus ciliaris c.v. Texas - 4464) con tres niveles de estiércol de bovino (10, 20 y 30 t/ha) es de 0.60, 0.73 y 0.72 m de altura respectivamente y en la fase 2 (de tres años) en la altura del forraje buffel con tres niveles de estiércol de bovino (10, 20 y 30 t/ha) es de 0.54, 0.67 y 0.81 m de altura respectivamente.

Gros (1971) referido por **MÉNDEZ (1998)**, explica que los animales devuelven en el estiércol cerca del 75% del nitrógeno, 80% de fosforo, 90% de potasio y 50% de la materia orgánica del alimento consumido, pero por mal manejo, y deficiente almacenamiento, en el estiércol ocurren perdidas por la orina que se pierde en los establos, canales y potreros; por lavado cuando se expone el estiércol a la intemperie, por calor y fermentación del material, estas pérdidas pueden ser alrededor del 355 de nitrógeno, 305 de fosforo, 40% de potasio y 255 de materia orgánica.

**GÓMEZ, et al. (2007)**, estudiaron el efecto de la aplicación de cinco dosis de estiércol vacuno (0, 8, 16, 24 y 32 t/ha) en el establecimiento y la producción de semillas de la leguminosa forrajera *Teramnus labialis* (semilla clara), en un suelo fluvisol del Valle del Cauto, la cual fue sembrada en parcelas de 30 m². Durante el establecimiento se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de área cubierta

ocupada por la leguminosa a las edades de 60 y 120 días después de la siembra, con una tendencia al incremento en el rango de aplicación desde 8 hasta 24 t de estiércol/ha, lo que pudo estar determinado por la influencia de la materia orgánica. Sin embargo, a los 120 días se obtuvieron valores superiores al 80 % de área cubierta por la leguminosa en todos los tratamientos, incluyendo el testigo, y se observó, en general, una menor variabilidad en los resultados; se confirmó el alto grado de adaptabilidad de esta especie en las condiciones del Valle del Cauto. El estiércol vacuno como fertilizante orgánico produjo un efecto positivo, tanto en el establecimiento de esta especie como en los rendimientos de semilla pura, y se recomienda la dosis de 16 t/ha por ser la más productiva y económica.

# III. MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1. LUGAR Y DURACIÓN DE SU EJECUCIÓN.

El experimento se realizó en el área de pasturas establecidas por la Facultad de Ingeniería Zootecnia, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, filial Cutervo, Región Cajamarca. Geográficamente se localiza a una altura de 2 649 m.s.n.m., 78° 50' 56'' de longitud oeste, 06° 21' y 54'' de latitud sur. La fase de campo se inició en el mes de enero del año 2015 y se dio por concluida en marzo del mismo año, luego de una fase de campo de 12 semanas.

## 3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

### 3.2.1. Tratamientos en estudio

Consistió en los siguientes:

$T_1$: Sin fertilización y corte a los 75 días de edad

$T_2$: Fertilización con "establo" y corte a los 75 días de edad

$T_3$: Fertilización con "gallinaza" y corte a los 75 días de edad

$T_4$: Sin fertilización y corte a los 90 días de edad

$T_5$: Fertilización con "establo" y corte a los 90 días de edad

$T_6$: Fertilización con "gallinaza" y corte a los 90 días de edad

### 3.2.2. Base forrajera para el estudio.

Se emplearon cultivares previamente instalados en el campus de la UNPRG-Filial Cutervo, en suelos que previamente no habían sido sometidos a algún tipo de fertilización y una edad de aproximadamente seis meses.

### 3.2.3. Material y equipos de campo.

En las distintas labores agronómicas, toma de muestras, evaluación de distintos atributos agronómicos, se emplearon:

- Balanza con aproximación en gramos
- Hoz o tijera de podar para corte de forraje
- Saquetas, bolsas para muestras, rafia, estacas, wincha
- Vernier
- Regla graduada
- Marcadores de tinta indeleble
- Cámara fotográfica

### 3.2.4. Material y equipos de laboratorio

En los análisis bromatológicos de las muestras del forraje se utilizó:

- Equipo Kjeldhal, análisis de nitrógeno
- Mufla, para determinación de cenizas
- Estufa, para materia seca parcial y total
- Equipo para análisis de fibra bruta
- Equipo para análisis de extracto etéreo

### 3.2.5. Abonos orgánicos

El estiércol de vacuno provino de los centros de engorde intensivo, Chiclayo, con la denominación genérica de “guano de corral” adquirido y transportado a esta parte de la sierra norte para uso como abono en los cultivos de papa, principalmente.

La “gallinaza”, provino de una crianza familiar de ponedoras, zona periférica de Cutervo.

## 3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

### 3.3.1. Labores en campo

#### 3.3.1.1. Aleatorización y fertilización de tratamientos

En el cultivar se cuadriculó, trazó y se designó parcelas de 4 $m^2$, en dos bloques

**BLOQUE I:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **$T_1$** | | **$T_5$** | | **$T_3$** |
| | | | | |
| **$T_4$** | | **$T_2$** | | **$T_6$** |

**BLOQUE II:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **$T_6$** | | **$T_2$** | | **$T_4$** |
| | | | | |
| **$T_3$** | | **$T_5$** | | **$T_1$** |

#### 3.3.1.2. Programa de fertilización

En las 12 parcelas se aplicaron los tratamientos de la siguiente manera:

**Tratamiento 1**: Sin abonamiento

**Tratamiento 2:** Abonamiento a base de “establo” a razón de 12.5 tm/ha

**Tratamiento 3**: Abonamiento a base de “gallinaza” a razón de 12.5 tm/ha

**Tratamiento 4**: Sin abonamiento

**Tratamiento 5**: Abonamiento a base de “establo” a razón de 12.5 tm/ha.

**Tratamiento 6**: Abonamiento a base de “gallinaza” a razón de 12.5 tm/ha.

La cosecha de cada parcela se realizó en la siguiente frecuencia:

**BLOQUE I:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **$T_1$**<br>**cosecha a 75 días** | | **$T_5$**<br>**cosecha a 90 días** | | **$T_3$**<br>**cosecha a 75 días** |
| | | | | |
| **$T_4$**<br>**cosecha a 90 días** | | **$T_2$**<br>**cosecha a 75 días** | | **$T_6$**<br>**cosecha a 90 días** |

**BLOQUE II:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **$T_6$**<br>**cosecha a 90 días** | | **$T_2$**<br>**cosecha a 75 días** | | **$T_4$**<br>**cosecha a 90 días** |
| | | | | |
| **$T_3$**<br>**cosecha a 75 días** | | **$T_5$**<br>**cosecha a 90 días** | | **$T_1$**<br>**cosecha a 75 días** |

### 3.3.1.3. PARÁMETROS EVALUADOS

- **Altura de planta**

Distancia entre la base de la raíz y el ápice de la planta, sin considerar la inflorescencia. Se tomaron 10 plantas al azar dentro de cada parcela y al momento de la cosecha para determinar el rendimiento.

- **Diámetro de tallo**

En las plantas escogidas para medir la altura de planta se tomó el diámetro del tallo en su parte media en mm utilizando el vernier y a una altura de 30 cm de la base de la raíz.

- **Largo y ancho de hoja**

Mediante una wincha de registró el largo de hoja, desde su inserción en el tallo hasta la punta de la misma. En la parte media de la hoja se registró el ancho de la misma.

- **Número de hojas/tallo.**

Se anotaron 10 datos en cada parcela evaluada y sobre el material previamente cortado para evaluar rendimientos y toma de muestras para el laboratorio

- **Relación hoja/tallo**

En el mismo campo, se separaron las hojas de los tallos (una vez evaluados los atributos anteriores). Estas muestras se llevaron a estufa a 60 ºC por 24 horas, para luego, proporcionalmente, determinar dicha relación.

- **Materia verde y materia seca**

Para determinar la materia verde, se cortó la maralfalfa en un área de 4 $m^2$ la cual se pesaba en una balanza de precisión, embolsada e identificada. Esta información sirvió para extrapolar y calcular el rendimiento de forraje verde/ha.

La materia seca se obtenía una vez que las muestras de forraje verde fueron sido sometidas a estufa a 60 ºC por 48 horas cuyo dato servía para calcular el rendimiento de materia seca parcial/ha (TCO). Luego se determinó la materia seca total a 105 ºC

- **Análisis bromatológico**

En el Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ingeniería Zootecnia, UNPRG, Lambayeque, se determinaron los siguientes componentes:

Materia seca parcial y total, %
Cenizas, %
Proteína Cruda, %
Extracto Etéreo, %
Fibra Cruda, %

### 3.3.2. Análisis del suelo.

Se extrajeron muestras simples del suelo, en diferentes puntos de cada uno de las parcelas, a 30 cm de profundidad; luego se formó una muestra compuesta y se condujo al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía para sus respectivos de acuerdo a los siguientes métodos:

- ✓ Textura: Método de Boyoucuus
- ✓ Conductividad eléctrica: Extracto de saturación (conductividad eléctrica)
- ✓ pH: Extracto de saturación (potenciómetro)
- ✓ Materia orgánica: Walkey-Block
- ✓ Fósforo disponible: Olsen modificado
- ✓ Potasio disponible: Peech (Fotómetro de llama)
- ✓ $CaC0_3$: Gasómetro.

**CUADRO 1. ANÀLISIS DEL SUELO CON CULTIVO DE MARALFALFA.**

| MUESTRA | C.E. Ms/cm | pH | M.O. % | N % | P ppm | K ppm | CO3Ca % | CLASE TEXTURAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Suelo | 0.39 | 6.70 | 2.3 | 0.106 | 4.1 | 260 | 0.0 | Franco Limoso |

**Fuente: Laboratorio De Suelos-Facultad de Agronomía, 2015.**

Los resultados que se muestran señalan que el suelo evaluado presentan características físico – químicos similares; con una textura franco limoso; conductividad eléctrica baja; pH ligeramente ácido; materia orgánica media; nitrógeno medio; fósforo bajo; potasio alto y ausencia de carbonatos.

### 3.3.3. Datos meteorológicos

La información expuesta de datos meteorológicos corresponde a los meses del estudio.

**CUADRO 2. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DEL PERIODO DE ESTUDIO, 2015**

| Mes | Temperatura, ºC | | | Precipitación (litros/m²) | Velocidad del viento (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Máxima | Media | Mínima | | |
| Diciembre, 2014 | 18.05 | 13.94 | 09.83 | 04.16 | 3.3 |
| Enero | 15.52 | 12.51 | 09.51 | 05.43 | 4.0 |
| Febrero | 21.15 | 15.39 | 09.64 | 11.86 | 3.8 |
| Marzo | 17.05 | 13.73 | 10.42 | 07.87 | 3.2 |
| **Promedio** | **17.94** | **13.89** | **09.85** | **07.33** | **3.8** |

**Fuente: SENAMHI, Estación Cutervo**

### 3.3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se condujo bajo el Diseño de Bloques Completamente Randomizado (BCR), con arreglo factorial 3 x 2 (tres fertilizaciones x dos edades de corte), cuyo modelo aditivo lineal del análisis de varianza se expone a continuación (**CORDERO, 2008**):

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + F_i + T_j + (FT)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : Respuesta asociada al nivel - i del factor (Fertilizante) y el nivel - j del factor (Tiempo).
M : Promedio general: parámetro
$B_k$ : efecto del bloque k: parámetro
$F_i$ : Efecto principal del fertilizante –i: parámetro
$T_j$ : Efecto principal del periodo de cosecha- j: parámetro
$(FT)_{ij}$ : interacción entre el fertilizante - i y el tiempo de cosecha – j: parámetro
$E_{ijk}$ : Error al azar o efecto residual, distribuido con media 0 y variancia σ2.

**CUADRO 3. ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA**

| FUENTES DE VARIACION | SUMA DE CUADRADOS | G.L | CM | Fc |
|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | SCt | T – 1 | SCt/t-1 | CMt/CMe |
| A (fuente de abono) | SCa | A – 1 | SCa/a-1 | CMA/CMe |
| B (Edad de corte) | SCb | B – 1 | SCb/b-1 | CMB/CMe |
| AB (Interacción de factores) | SCab | (A-1)(B-1) | SCab/(a-1)(b-1) | CMAB/CMe |
| Error Experimental | SCT – SCt | (n-1)-(t-1) | | |
| TOTAL | SCT | N - 1 | | |

En aquellos casos en que se encontraron interacciones significativas, se procedió a realizar el análisis de varianza para los efectos simples y considerando los siguientes:

| FUENTES DE VARIABILIDAD |
|---|
| Efectos simples del Factor A (fertilizaciòn):<br>Entre A en $b_1$<br>Entre A en $b_2$<br>Efectos simples del Factor B (edad al corte):<br>Entre B en $a_1$<br>Entre B en $a_2$<br>Entre B en $a_3$<br>Error Experimental |

# IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1. CONTENIDO DE MATERIA SECA PARCIAL.

La materia seca contenida por la maralfalfa en su estado fresco, se muestra en el Cuadro 4.

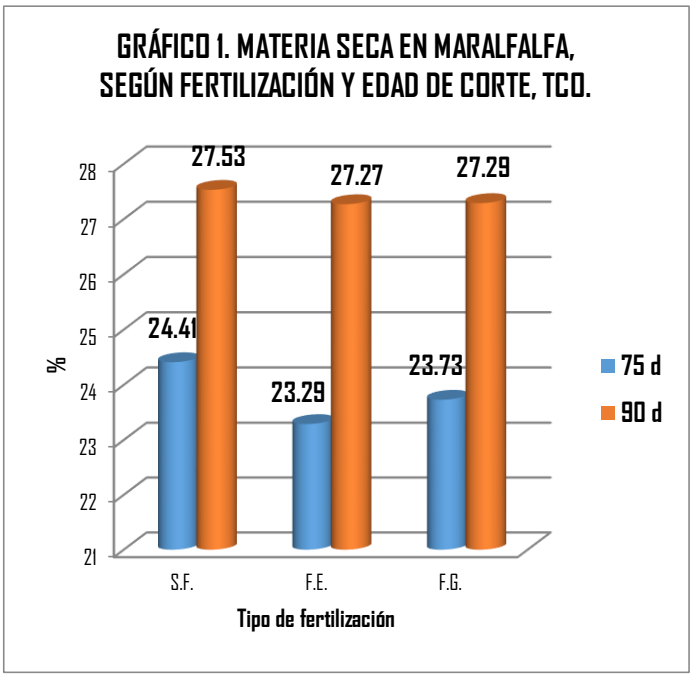
**CUADRO 4. MATERIA SECA EN MARALFALFA, CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. % TCO.**

| BLOQUE | FERTILIZANTE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SIN | | GUANO DE CORRAL | | GALLINAZA | |
| | 75 días | 90 días | 75 días | 90 días | 75 días | 90 días |
| | $T_1$ | $T_4$ | $T_2$ | $T_5$ | $T_3$ | $T_6$ |
| I | 24.92 | 25.75 | 23.28 | 28.13 | 24.06 | 26.37 |
| II | 23.90 | 29.30 | 23.29 | 26.40 | 23.39 | 28.20 |
| Promedio Tratamientos | 24.41 a | 27.53 a | 23.29 a | 27.27 a | 23.73 a | 27.29 a |
| Promedio Fertilización | 25.97 a | | 25.28 a | | 25.51 a | |
| Promedio Edad corte | 75 d í a s | | | 90 d í a s | | |
| | 23.81 a | | | 27.36 b | | |

**a,b_/ Letras diferentes expresan diferencias estadísticas (P<0.01).**

La información que antecede, permite observar distintos comportamientos de la planta, en función a los criterios del experimento: En primer término, se analiza que el contenido de materia seca, TCO, varía entre un rango de 23.29%, 75 días de corte abonado con guano de corral, hasta un contenido de 27.53% en maralfalfa sin abono y cortado a los 90 días de edad. El contenido de materia seca, de acuerdo a la fertilización, se enmascara por los valores diferentes de edad de corte, por lo que su contenido de materia seca, TCO, es bastante homogénea.

Sin embargo, es visible la diferencia de la materia seca del cultivar de maralfalfa cortado a los 75 días de edad (23.81%) vs. el cortado a los 90 días (27.36%) y justificada por la madurez de la planta y su consecuente incremento en pared celular y lignificación. Gráfico 1.




Tal como se había indicado, a los 90 días de edad de corte, la maralfalfa muestra un mayor contenido de materia seca por mayor madurez de la planta e independiente de si fue fertilizada con algún abono orgánico o no.

El análisis de varianza para esta variable (Cuadro 1A), permite concluir que solamente difieren estadísticamente ($P<0.01$) entre edades de corte y que no hubo efecto de la fertilización y que no existe interacción de fertilización con edad al corte.

La materia seca determinada está por encima de lo citado por **AVILA (s.a)**, quien refiere materia seca del 21%; y a lo mostrado por **GONZALES (s.a.**), 70 días de edad, con 20.28% de M.S; como también lo reporta **CORPOICA (s.a.)**, con 16 a 23%; y también **CORREA et al. (sf)**, que citan valores en MS de 11.79 y 12.11%. Finalmente, **ANDRADE (2009)**, menciona contenidos de materia seca de 17.40% y 22.72%, a los 60 y 90 días de corte. Sin embargo, los valores hallados en este estudio, independiente de la fertilización o edad de corte, son más bajos que los citados por **TORO (2015)**, el que menciona contenido de materia seca parcial de 29.94, 39.59 y 42.62% en tres zonas altitudinales. Coincidentemente, **CORONEL (2015)**, en la misma zona de este estudio, Cutervo, Cajamarca, Perú, en cultivares de maralfalfa instalados en dos sectores, ambos a una altitud de aproximadamente 2649 msnm, secano, halló materia seca de 28.49 y 29.89%, demostrándose que las edades reales de corte serían diferentes y que ello se relaciona directamente con el contenido de materia seca al momento del corte.

## 4.2. RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE.

En el Cuadro 5 se insertan los rendimientos obtenidos de acuerdo a la fertilización y edad al corte.

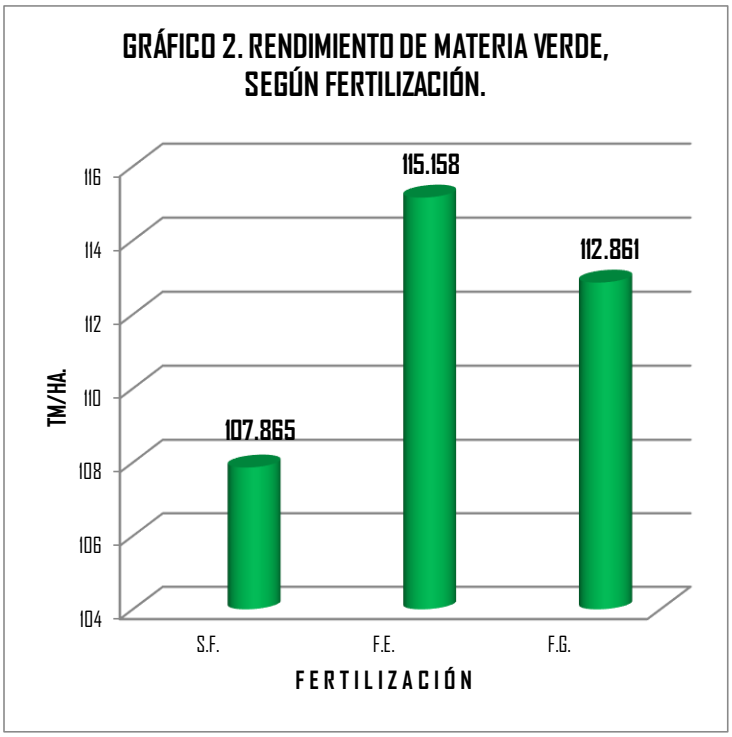
**CUADRO 5. RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE EN MARALFALFA, CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. Tm/ha.**

| BLOQUE | FERTILIZANTE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SIN | | GUANO DE CORRAL | | GALLINAZA | |
| | 75 días | 90 días | 75 días | 90 días | 75 días | 90 días |
| | $T_1$ | $T_4$ | $T_2$ | $T_5$ | $T_3$ | $T_6$ |
| I | 81.776 | 126.514 | 87.954 | 140.013 | 84.983 | 139.353 |
| II | 88.239 | 134.941 | 87.921 | 144.740 | 86.241 | 140.747 |
| **Promedio Tratamientos** | **85.001** | **130.728** | **87.938** | **142.377** | **85.612** | **140.050** |
| **Promedio Fertilización** | **107.865 [b]** | | **115.158 [a]** | | **112.831 [a]** | |
| **Promedio Edad corte** | **75 días** | | | **90 días** | | |
| | **84.850 [b]** | | | **137.718 [a]** | | |
| **Diferencia, %** | **-------** | | | **+ 62.31** | | |

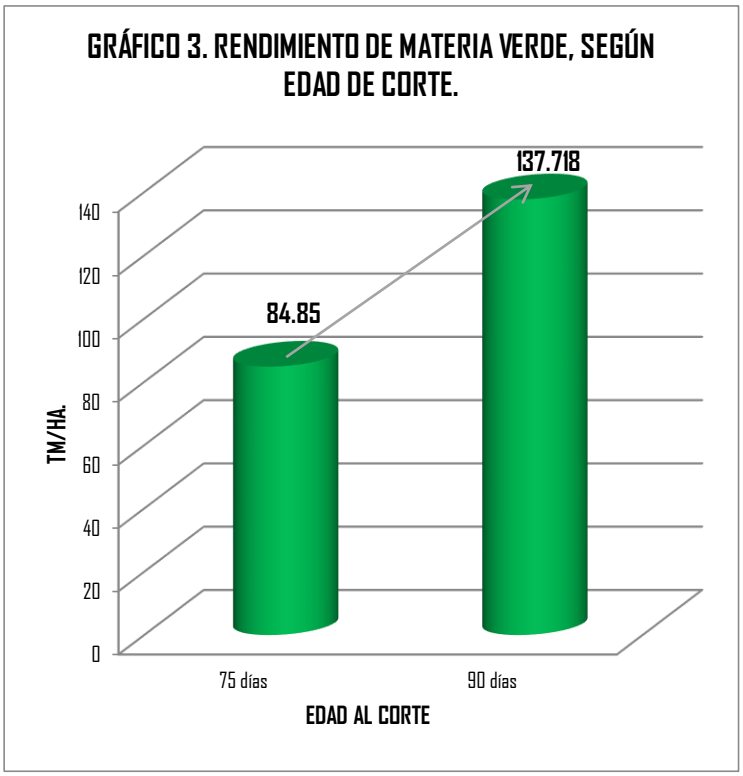
**a,b_/ Letras diferentes, horizontalmente, expresan diferencias estadísticas (P<0.01).**

De los datos expuestos en el Cuadro precedente, se observa claramente que dentro de cada tratamiento, hay diferencia en el rendimiento entre lo alcanzado a los 75 días y lo logrado a los 90 días de edad e independiente de la fertilización. También, tal como se notó en el anterior parámetro, se homogeniza los rendimientos para fertilizaciones al promediar los datos a los 75 y 90 días; aun cuando menores rendimientos se alcanzan cuando no se fertiliza (107.865), se mejora por la fertilización con guano de corral (115.158), y algo menor por la fertilización con gallinaza (112.831).

Los rendimientos de materia fresca, según la edad a la cual fue cortada la maralfalfa, es preponderante diferente. De las 84.850 tm/ha, lograda con corte a los 75 días, se incrementa a 137.718 tm/ha, en el corte a los 90 días y que significa un incremento de 62.31%. Gráfico 2.




Haciendo notar el efecto benéfico de la fertilización sobre el incremento en el rendimiento de materia verde en el cultivar de maralfalfa, que significaron rendimientos adicionales de 6.76% con guano de corral y 4.63% con gallinaza. Sin embargo, es más notable la diferencia en el rendimiento si es que se cortó a los 75 o 90 días de edad. Gráfico 3.




Al análisis de varianza (Cuadro 2A), mostró que sí hay diferencias estadísticas probadas (P<0.01) de los efectos principales de fertilización y edad de corte; sin embargo, la interacción significativa (P<0.01) de la interacción fertilización (A) con edad de corte (B), interesó evaluar los efectos simples: Se encontró que el efecto del tipo de fertilización está condicionado a la edad de corte a excepción del factor fertilización con respecto al corte a los 75 días, donde se explica que el rendimiento a esa edad de corte no estuvo condicionada por la fuente de fertilización o la no fertilización.

## 4.3. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA.

En el Cuadro 6 se resume la información recopilada en el estudio.

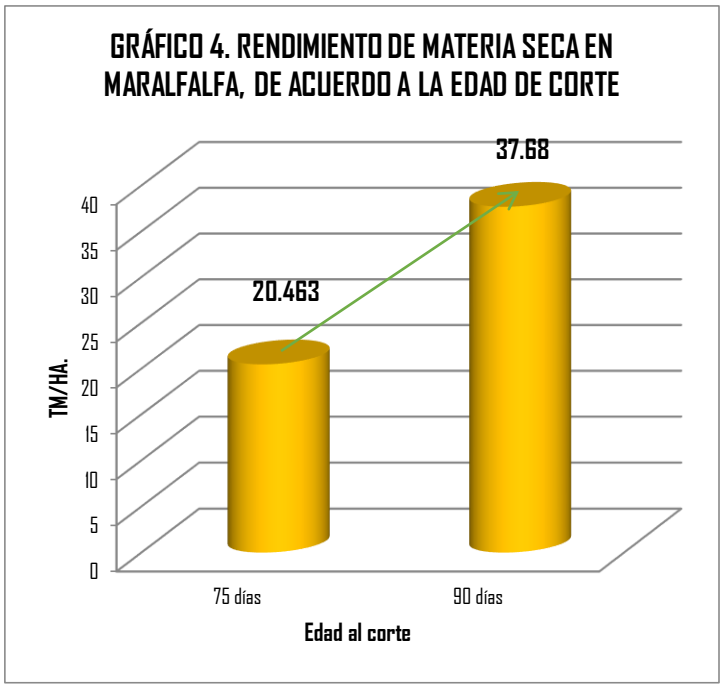
**CUADRO 6. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN MARALFALFA, CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. Tm/ha.**

| BLOQUE | FERTILIZANTE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SIN | | GUANO DE CORRAL | | GALLINAZA | |
| | 75 días | 90 días | 75 días | 90 días | 75 días | 90 días |
| | $T_1$ | $T_4$ | $T_2$ | $T_5$ | $T_3$ | $T_6$ |
| I | 20.380 | 32.529 | 20.476 | 39.387 | 20.447 | 36.741 |
| II | 21.090 | 39.528 | 20.477 | 38.211 | 20.178 | 39.682 |
| **Promedio Tratamientos** | **20.735** | **36.029** | **20.477** | **38.799** | **20.313** | **38.212** |
| **Promedio Fertilización** | **28.202** | | **29.638** | | **29.263** | |
| **Promedio Edad corte** | **75 días** | | | **90 días** | | |
| | **20.463 [a]** | | | **37.680 [b]** | | |
| **Diferencia, %** | **-------** | | | **+ 84.14** | | |

**a,b_/ Letras diferentes, horizontalmente, expresan diferencias estadísticas (P<0.01).**

Se destaca, en primer lugar, que dentro de cada fuente de fertilización, es mayor el rendimiento a la mayor edad de corte y que, tal como ocurrió en materia verde, hay un ligero mayor rendimiento con guano de corral (29.638), seguido muy cerca cuando se fertilizó con gallinaza (29.263) y, más atrás, con menor rendimiento sin fertilización (28.202 tm/ha/corte).

La mayor diferencia se encontró al comparar edades de corte, notándose un mayor rendimiento a los 90 días (37.680) vs. a los 75 días (20.463 tm/ha/corte), llegando casi a duplicar la ventaja del primero respecto al segundo. Gráfico 4.




En el análisis de varianza (Cuadro 3A), luego del ajuste del contenido de su materia seca, se encontró que solamente hubieron diferencias significativas (P<0.01) entre edades de la planta al momento del corte, siendo mayor a la edad de 90 días.

Distintas fuentes consultadas, indican a la maralfalfa como un cultivar con altos rendimientos. El reporte dado en **ANONIMO (sf**) con buen manejo agronómico, riego y fertilización, la maralfalfa cita más de 100 toneladas por corte, que a la luz de los resultados son inferiores a los promedios según efecto de fertilización (108 a 113 tm/ha/corte). Los resultados en materia seca igualmente logran superar **GONZALES (s.a.**), quien para 70 días de edad de cita un rendimiento de 14.86 tm/ha (20.463 tm/ha/corte en nuestro estudio). Hay similitud con **MORENO (2013)**, en promedio, cuya referencias son de 95, 90.67, 71.33, 84.00 y 88.67 ton/ha para el 1, 2, 3, 4 y 5º corte, respectivamente. Rendimientos que superan grandemente a nuestros hallazgos son los datos de **AVILA (s.a)**, quien refiere 285 toneladas por hectárea y muy distantes a los valores de 200 y 400 tm/ha (**GOMEZ et al., 2006**), en Colombia.

Comparaciones con estudios de este cultivo en la misma zona **TORO (2015)**, los rendimientos de materia verde (119.1, 124.7 y 70.8 tm/ha/corte), son ligeramente superiores a nuestros resultados; ocurriendo lo mismo en la materia seca (35.652, 51.982 y 30.668 tm/ha/corte), sin embargo debe diferenciarse que esos cultivares contenían niveles extremadamente altos frente al común denominador de otros experimentos. En tanto que **CORONEL (2015)**, en la misma zona de este estudio, Cutervo, Cajamarca, Perú, los rendimientos de forraje verde y materia seca (82.250 con 25.384) al corte de instalación (119.1 con 38.683 TM/ha), en el corte a los 60 días, son bastante similares.

## 4.4. ATRIBUTOS AGRONÓMICOS.

Se presentan las distintas evaluaciones llevadas a cabo en las plantas de maralfalfa. Cuadro 7.

### 4.4.1. ALTURA DE PLANTA.

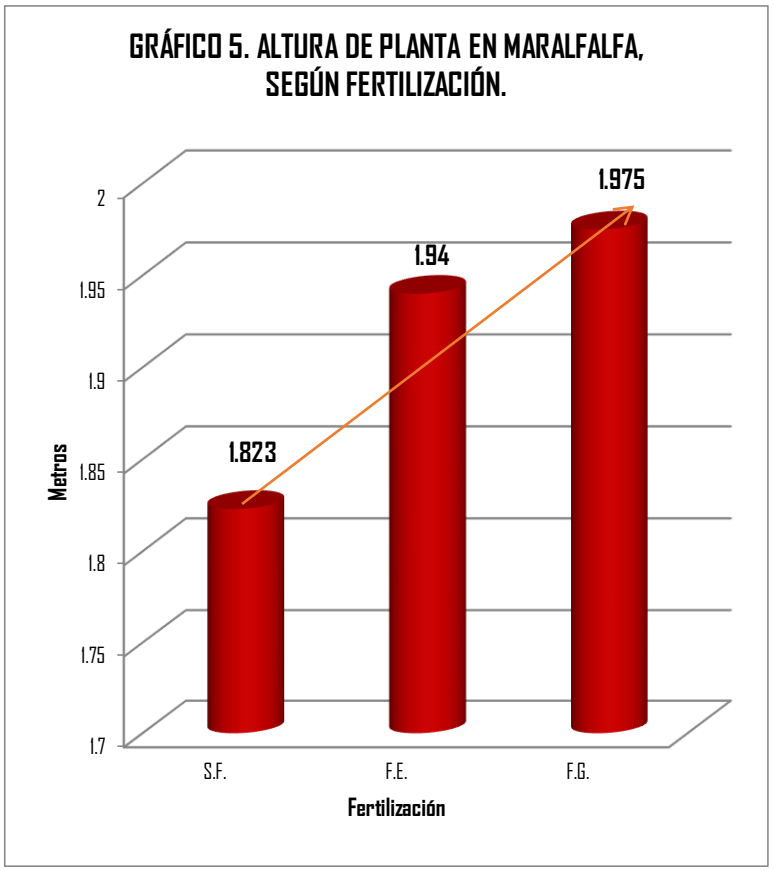
Se observa, en común, una dependencia en función a la fertilización o a la edad de corte.

Según fertilización, se determinaron alturas de 1.823 (sin fertilización), 1.940 (fertilización con guano de establo) y 1.975 m (fertilización con gallinaza). Gráfico 5.

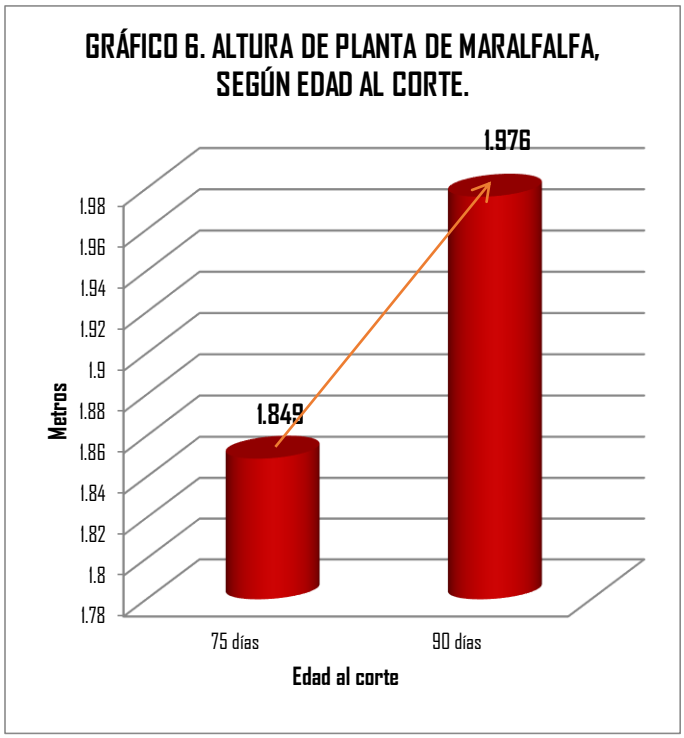
**CUADRO 7. ATRIBUTOS AGRONÓMICOS EN MARALFALFA, SEGÚN FERTILIZACIÓN Y EDAD DE CORTE.**

| ATRIBUTO: | FERTILIZACIÒN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SIN | | GUANO DE CORRAL | | GALLINAZA | |
| | 75 días | 90 días | 75 días | 90 días | 75 días | 90 días |
| **ALTURA DE PLANTA** | $T_1$ | $T_4$ | $T_2$ | $T_5$ | $T_3$ | $T_6$ |
| Tratamientos | 1.819 | 1.826 | 1.868 | 2.012 | 1.859 | 2.090 |
| Fertilización | **1.823 a** | | **1.940 b** | | **1.975 c** | |
| Edad de corte Diferencias,% | **75 días** | | | **90 días** | | |
| | **1.849 a** …….. | | | **1.976 b + 6.9** | | |
| **DIÀMETRO DE TALLO** | 1.656 | 1.748 | 1.670 | 1.778 | 1.717 | 1.590 |
| Fertilización | **1.702 a** | | **1.724 a** | | **1.654 a** | |
| Edad de corte Diferencias,% | **75 días** | | | **90 días** | | |
| | **1.681 a** …….. | | | **1.705 a + 1.4** | | |
| **LARGO DE HOJA** | 0.610 | 0.792 | 0.690 | 1.266 | 0.683 | 1.094 |
| Fertilización | **0.701 a** | | **0.978 b** | | **0.889 c** | |
| Edad de corte Diferencias,% | **75 días** | | | **90 días** | | |
| | **0.661 a** …….. | | | **1.051 b + 59.0** | | |
| **ANCHO DE HOJA** | 1.895 | 2.540 | 2.145 | 3.125 | 2.240 | 2.625 |
| Fertilización | **2.218 a** | | **2.635 c** | | **2.433 b** | |
| Edad de corte Diferencias,% | **75 días** | | | **90 días** | | |
| | **2.093 a** …….. | | | **2.763 b + 32.0** | | |
| **RELACIÒN * H:T** | **0.35** | **0.36** | **0.36** | **0.37** | **0.35** | **0.39** |
| Fertilización | **0.36 a** | | **0.37 b** | | **0.37 b** | |
| Edad de corte Diferencias,% | **75 días** | | | **90 días** | | |
| | **0.35 a** …….. | | | **0.37 b + 5.7** | | |
| **NÙMERO HOJAS/TALLO** | 14.1 | 14.8 | 15.1 | 15.5 | 15.2 | 15.5 |
| Fertilización | **14.5 a** | | **15.3 b** | | **15.4 b** | |
| Edad de corte Diferencias,% | **75 días** | | | **90 días** | | |
| | **14.8 a** …….. | | | **15.2 a + 2.7** | | |

*** Corresponde a la proporción de hojas, la diferencia será del tallo, a,b,c_/ Letras diferentes, horizontalmente, expresan diferencias estadísticas (P<0.01).**




En función a la edad de corte, se nota una mayor altura a mayor edad (1.976) en comparación a lo alcanzado a los 75 días (1.849 m), diferenciándose una ventaja del orden del 6.9% de la edad 90 días vs. 75 días. Gráfico 6.




Su análisis de varianza (Cuadro 4A), determinó diferencias estadísticas (P<0.01) para efectos principales de fertilización (A), y de edad a corte (B). sin embargo, la diferencia significativa de la interacción AB concluye que solamente habría un efecto de mayor altura cuando se fertiliza con gallinaza y no en los otros efectos simples. Se explica también que a mayor edad mayor altura y que con fertilización se logra mayor altura de planta.

Comparando este hallazgo con otros reportes encontrados, se observa que **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO (2006)**, en maralfalfa menciona una mayor altura de planta (3.64 m), aun cuando no dice a que edad. También **AVILA (s.a)**, menciona una mayor altura promedio de caña (2.50 m.), cuando el cultivo alcance aproximadamente un 10% de espigamiento (*pedro@maralfalfaprogreso.com.ve*), es decir mayor edad que nuestros cultivares. También **TORO (2015)**, halló mayores alturas de planta (Mochadín (2.556 ± 0.16), Yatún (2.508 ± 0.32) y Yacuchingana (2.307 ±

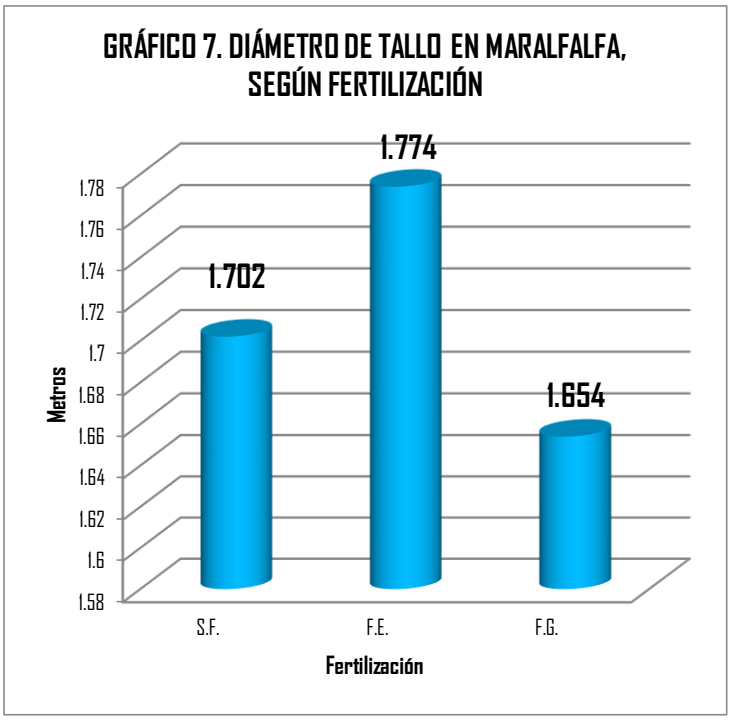
0.36); sin embargo, como ya se ha señalado anteriormente se tratarían de cultivares con mayores edades que las plantas evaluadas e nuestro experimento.

La única referencia con valores equiparables a nuestros datos han sido comunicados por **CORONEL (2015)**, en la misma zona de este estudio, Cutervo, Cajamarca, Perú, al referenciar alturas de planta de 1.485 y 2.093 entre cuyos extremos se hallan nuestros datos.

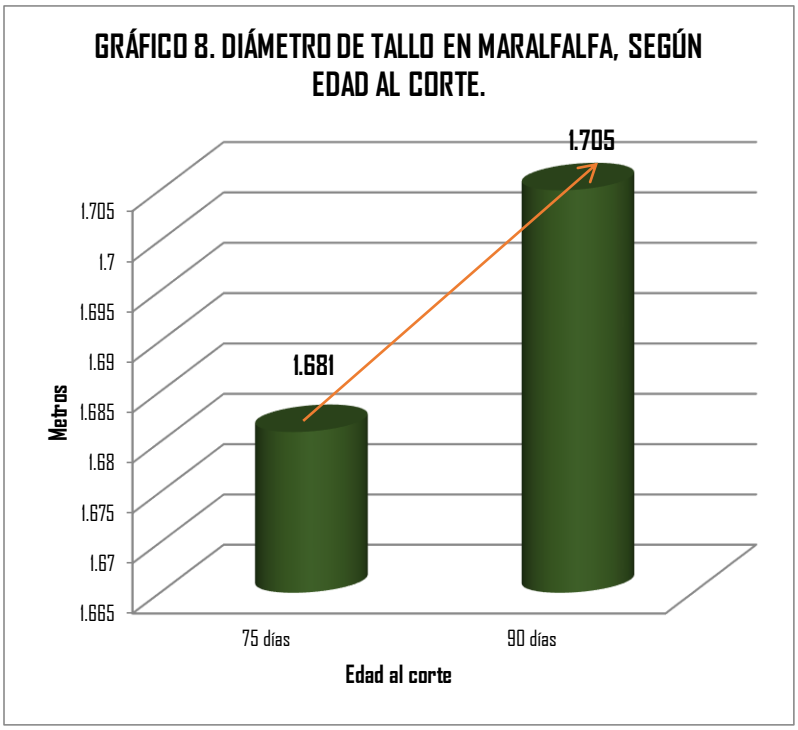
Resulta interesante la comparación con **BUELBAS (2009)**, por que investigó diferentes tipos de fertilización. $T_1$: Fertilización orgánica (FO), $T_2$: Fertilización química (FQ), $T_3$: Fertilización química más orgánica (FQO), $T_4$: sin fertilización (SF) y concluyendo que la fertilización y la edad afectaron la altura, obteniendo su máximo valor en la FQO con 188.12 cm (muy cercano a los resultados de este estudio), mientras que cuando no se fertilizó el valor promedio fue de 145 cm (más bajo que nuestro resultado).

### 4.4.2. DIÁMETRO DE TALLO.

El diámetro del tallo, en maralfalfa, fue de 1.702 (sin fertilización), aumentó a 1.774 (fertilización con guano de establo) y 1.654 cm (fertilización con gallinaza). Gráfico 7.




También se halló que, en función a la edad de corte, el tallo aumentó de 1.681 (a la edad de 75 días) a 1.705 cm (90 días de edad al corte). Gráfico 8.




Su análisis de varianza (Cuadro 5A), muestra que no hubo diferencias estadísticas de los efectos principales (fertilización y edad al corte), pero sí se nota una interacción significativa ()P<0.05.

Al análisis de los efectos simples, se nota que sí hubieron dos interacciones significativas: La primera explica que en la fertilización con gallinaza si hay efecto diferenciado del diámetro de tallo a las edades de 75 y 90 días. La otra interacción significativa se da cuando se evalúa el diámetro de tallo a la edad de 90 días en función a la fuente de fertilización.

Siendo un parámetro de interés, desde el punto de vista productivo y composición química, s poco lo que se ha evaluado en otros trabajos llevados a cabo.

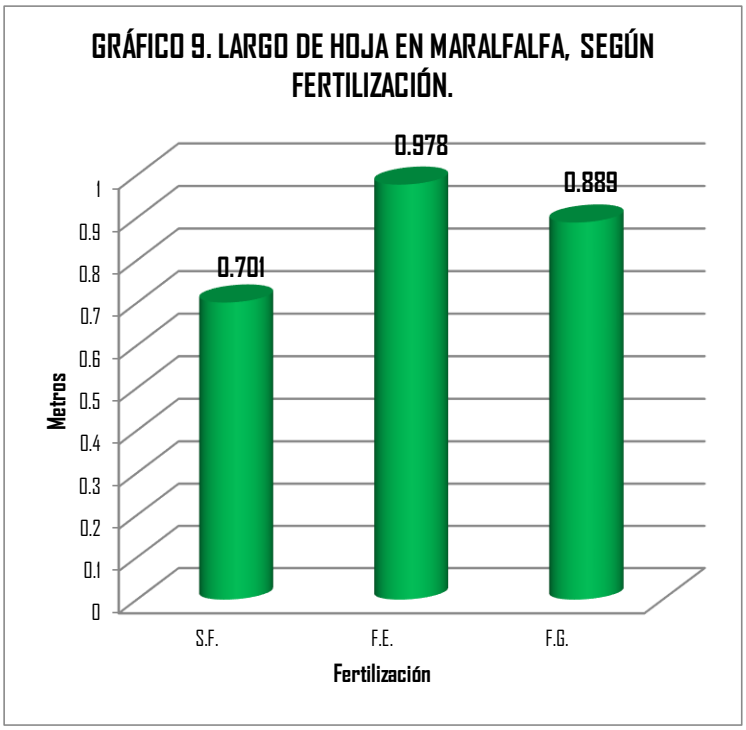
**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO (2006)**, en maralfalfa menciona un diámetro de tallo de 1.92 cm que es un valor ligeramente a nuestros promedios. **TORO (2015)**, en la zona de este estudio, reporta diámetros de tallo de 1.164, 1.065 y 1.042 cm que son inferiores a nuestros valores; en tanto

que **CORONEL (2015)**, en la misma zona de este estudio, Cutervo, Cajamarca, Perú, en cultivares de maralfalfa instalados en dos sector, reporta un diámetro de tallo de 1.20 y 1.10 cm. también inferiores a los resultados mostrados.

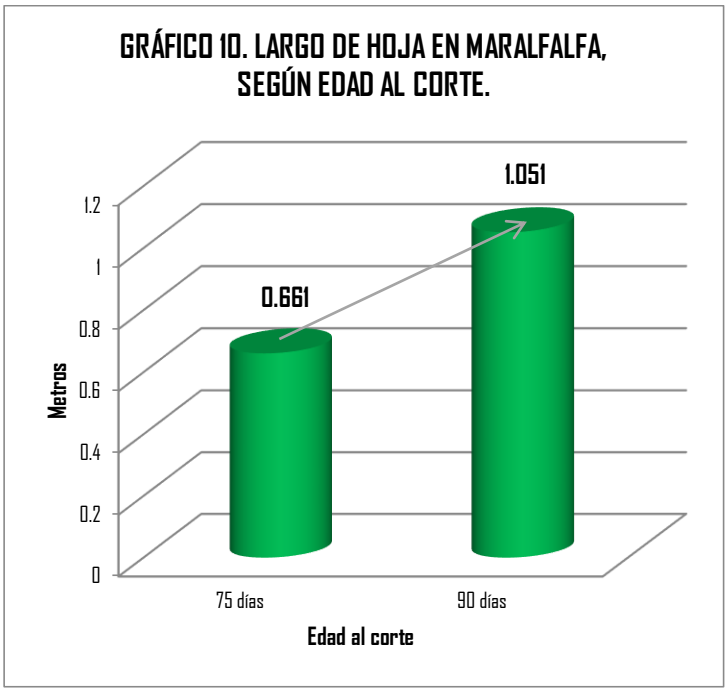
### 4.4.3. LARGO Y ANCHO DE HOJA.

Las hojas, la parte relevante de la planta por ser la parte más comestible de la misma, encierra su importancia en el largo y ancho que ésta alcance.

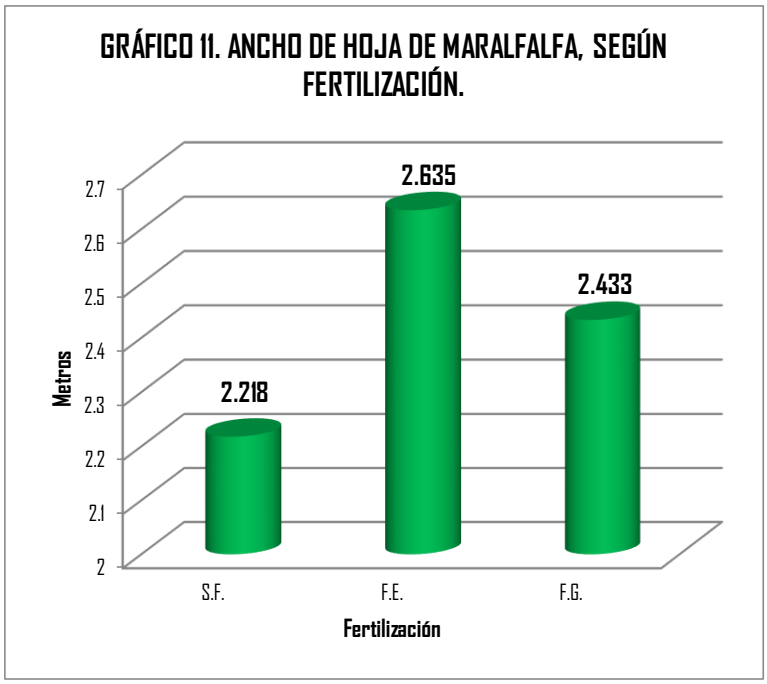
El largo, independiente de la edad a la cual se cosecha, alcanzó tamaños de 0.701, 0.978 y 0.889 metros en maralfalfa no fertilizada, fertilizada con guano de establo o gallinaza, respectivamente; pudiendo notarse un mayor tamaño en plantas fertilizadas y dentro de éstas, la que fue fertilizada con "establo". Gráfico 9.



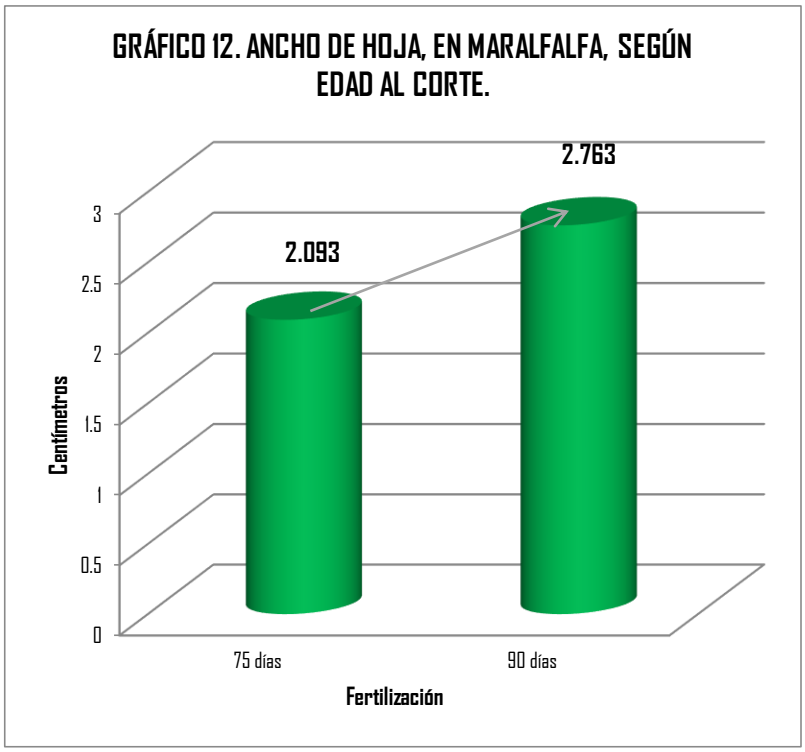
En tanto que para edades, el largo de hoja alcanzado fueron de 0.661 y 1.061 metros. Gráfico 10.




El ancho de la hoja, evaluado en plantas de maralfalfa, muestra valores de 2.218, 2.635 y 2.433 cm., con clara ventaja de la fertilización y mejor si se hace con guano de establo. Gráfico 11.




Acerca del ancho de hojas, en función a la edad de corte, se encontró valores de 2.093 y 2.763 cm, con clara ventaja a mayor edad de la planta. Gráfico 12.




Se han realizado sus análisis de varianza correspondientes; encontrándose para el caso de largo de hoja (Cuadro 6A), diferencias significativas (P<0.01) para los efectos principales de fertilización (A), edad de corte (B) y la interacción AB. Ello explica, directamente, que a 90 días de corte es superior a lo que se registra a los 75 días. En tanto que según fertilización, los efectos simples explican mejor la dependencia que hubiera entre ambos factores que interactuaron. De allí, se muestra que hay efecto diferente en el largo de hoja según la fertilización efectuada; hay diferencia en largo de hoja cuando se fertiliza con gallinaza, pero no hay diferencia significativa cuando se aplicaron los fertilizantes sobre la edad de corte a los 75 días.

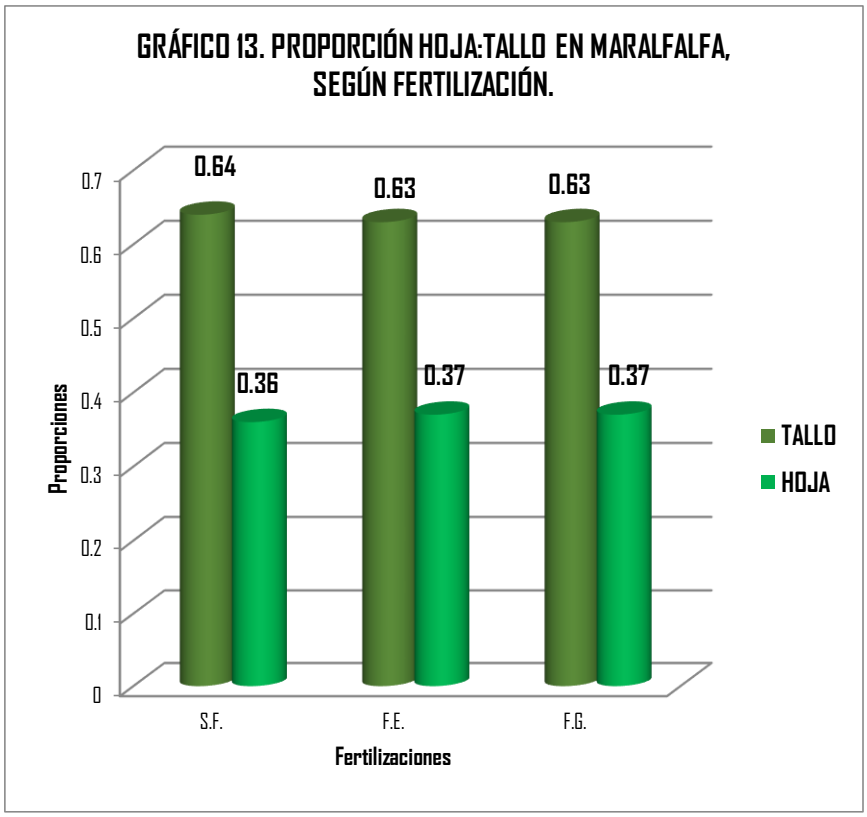
Para ancho de hoja, el análisis de varianza (Cuadro 7A), se halló el mismo comportamiento que para largo de hoja. Las diferencias estadísticas (P<0.01), de los efectos simples explican fehacientemente que, la no o aplicación de fertilizantes es diferente sí es que se evalúa a los 75 días de edad de corte o cosecha.

Algunas referencias citadas indican haber evaluado este parámetro. **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO (2006)**, en maralfalfa menciona datos sobre longitud de hojas (125.65 cm), ancho de hojas (4.20 cm), que resultan superar a nuestros datos; **TORO (2015)**, en la zona de este estudio, menciona largo de hoja de 0.589, 0.802 y 0.646 m; ancho de hoja de 1.945, 2.150 y 1.435 cm; mientras que **CORONEL (2015)**, en la misma zona de este estudio, refiere en largo de hoja 0.572 y 0.544 m; ancho de hoja de 2.29 y 2.05 cm. que son inferiores a lo expuesto en el estudio.

### 4.4.4. RELACIÓN HOJA:TALLO.

Constituye un parámetro muy a tener en cuenta cuando se interrelaciona rendimientos y valor nutritivo del cultivar de maralfalfa.

Las hojas, proporcionalmente, en comparación al peso total de la planta y considerando el 1.00 como el total, representaron 0.36, 0.37 y 0.37, en plantas sin fertilizar, fertilizadas con guano de establo o gallinaza, respectivamente; en tanto que los tallos, por diferencia representarían 0.64, 0.63 y 0.63. Gráfico 12.




Su análisis de varianza respectivo (Cuadro 8A), indicó que existen diferencias estadísticas (P<0.01) para bloques, efectos principales (fertilización y edad de corte) y la interacción correspondiente.

La única interacción no significativa entre la edad de corte a los 90 días y el fertilizante gallinaza explica que no están dependientemente condicionados; mientras que las otras interacciones, significativas, explican que la proporción de hojas en una planta será diferente y dependiente del fertilizante y a la edad a la cual se evalúe.

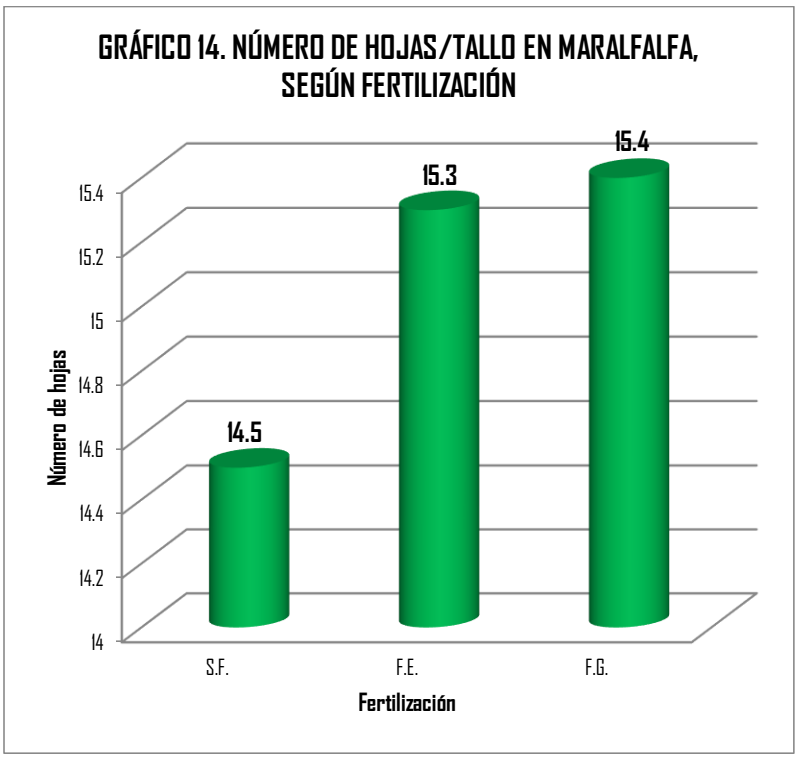
Las únicas referencias bibliográficas que hacen referencia a este parámetro son la de **TORO (2015)**, en la zona de este estudio, y quien indica una proporción hoja:tallo de 25.28:72.72, 32.04:67.96 y 31.19:68.81 bastantes similares a nuestros datos; **CORONEL (2015)**, que también en la misma zona de este estudio,

refiere una proporción hoja:tallo de 38:56:61.44 y 31.19:68.81, que podrían admitirse concordar con nuestros hallazgos.

### 4.4.5. NÚMERO DE HOJAS/TALLO.

Otro parámetro de importancia está relacionado a cuantas hojas/tallo se puedan encontrar e una planta; pues junto con el largo y ancho de hojas y la proporción hoja:tallo definen el rendimiento y la composición de la planta.

La información obtenida muestra cantidades de 14.5, 15.3, 15.4, para plantas sin fertilizar, fertilizado con “establo” o gallinaza, respectivamente y explica una ligera ventaja de las fertilizaciones y mejor con gallinaza. Gráfico 13.



En el análisis estadístico para esta variable (Cuadro 9A), se encontró efecto significativo (P<0.05) únicamente entre bloques y fertilizantes.

Tal como se ha señalado para los otros atributos agronómicos de la planta de maralfalfa, es escasa la información. **TORO (2015)**, dice que el número de hojas por tallo fue 22.90, 17.73 y 20.17 hojas y que se hallan muy por encima de nuestros resultados, mientras que **CORONEL (2015)**, en la misma zona de este estudio, da a saber que el número de hojas por tallo es de 14.67 y 14.20, con los cuales concordamos. De otro lado, **CUNUHAY y CHOLOQUINGA (2011)**, en un estudio de adaptación, en dos pisos altitudinales, para la maralfalfa encontró a los 90 días de edad halló que el número de hojas era de 5.97 a 6.35 (60 días), 8.9 a 9.37 (90 días), 9.75 a 10.35 (120 días), que son muy por debajo de los resultados expuestos en nuestro estudio.

## 4.5. CORRELACIONES ENTRE PARÁMETROS EVALUADOS.

Se ejecutó la correlación entre las variables productivas y los atributos agronómicos evaluados y cuyos resultados se exponen en el Cuadro 8.

**CUADRO 8. CORRELACIONES ENTRE PRODUCCIONES Y OTROS ATRIBUTOS AGRONÓMICOS EN MARALFALFA**.

| | AP | DT | LH | AH | H:T | H/T | %MS | MV | MS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **AP** | 1.00 | | | | | | | | |
| **DT** | 0.22 | 1.00 | | | | | | | |
| **LH** | 0.84 ** | 0.10 | 1.00 | | | | | | |
| **AH** | 0.70 ** | 0.35 | 0.84 ** | 1.00 | | | | | |
| **H:T** | 0.83 ** | 0.22 | 0.68 ** | 0.73 ** | 1.00 | | | | |
| **H/T** | 0.75 ** | 0.43 | 0.64 * | 0.74 ** | 0.85 ** | 1.00 | | | |
| **%MS** | 0.49 | 0.07 | 0.67 * | 0.62 * | 0.57 * | 0.37 | 1.00 | | |
| **RMV** | 0.70 ** | 0.12 | 0.88 ** | 0.79 ** | 0.63 * | 0.52 * | 0.87 ** | 1.00 | |
| **RMS** | 0.67 ** | 0.12 | 0.85 ** | 0.77 ** | 0.64 * | 0.50 * | 0.93 ** | 0.99 ** | 1.00 |

***, **: Significativas a p< 0.05 y 0.01. AP (altura planta), D (diámetro tallo), LH (largo hoja), AH (ancho hoja), H/T (hojas/tallo), HT, relación hoja tallo),RMV (rendto. materia verde), RMS (Rndto. materia seca).**

La información expuesta que la gran mayoría de atributos agronómicos evaluados se correlacionan significativa ($P<0.05$) o muy significativamente ($P<0.01$) entre partes de una planta e indicando, al mismo tiempo, que si una asciende la otra con que se correlaciona también ascenderá o, que suna de ellas desciende la otra también descenderá.

Se destacan la correlación casi perfecta entre el rendimiento de materia verde o su expresión de rendimiento en base seca (0.9989); la bastante alta correlación del porcentaje de materia seca en el cultivar, TCO, con el rendimiento de materia seca (0.93); y las altas correlaciones entre otros parámetros y tal como se puede analizar en el Cuadro antecesor.

En el mismo Cuadro, se define que el diámetro de tallo sería el único parámetro que no guarda correlación con el resto de atributos agronómicos.

Las correlaciones de **TORO (2015)** y **CORONEL (2015)**, en cultivares de maralfalfa de la misma zona donde se ha llevado a cabo este trabajo, son, aun cuando con menores valores a los nuestros, altamente concordantes, con ello se estaría avanzando en la consolidación de los altos grados de asociación que existe en las distintas partes de la planta y a espera de la verdadera definición de la especie.

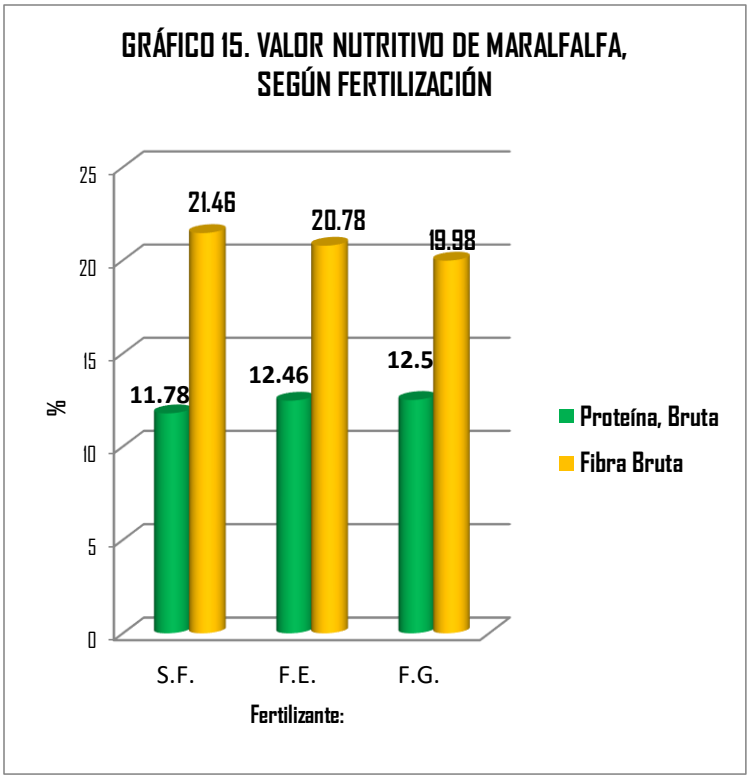
## 4.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MARALFALFA

Muestras compuestas de los distintos tratamientos, provenientes de ambos bloques, correspondientes a las dos edades de cosecha fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, arrojando el siguiente perfil químico.

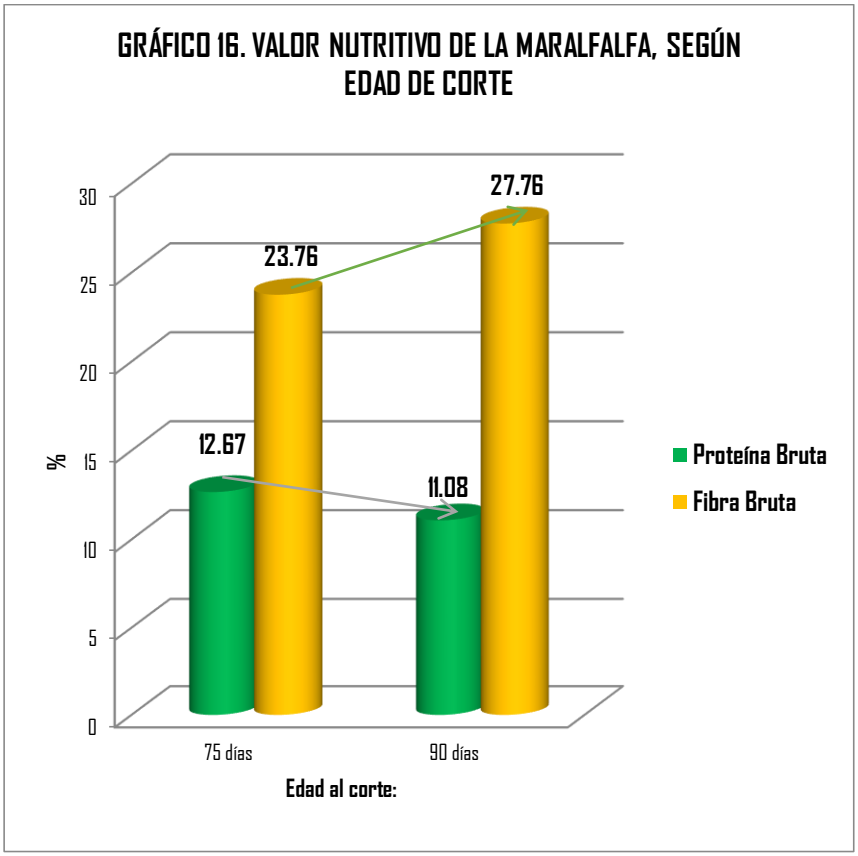
**CUADRO 9. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MARALFALFA, SEGÚN FERTILIZACIÒN Y EDAD DE CORTE. B.S.**

| PARÀMETRO | FERTILIZACIÒN | | | EDAD AL CORTE, días | |
|---|---|---|---|---|---|
| | SIN | GUANO | GALLINAZA | 75 | 90 |
| **Materia Seca, %** | 88.89 | 89.00 | 89.00 | 87.00 | 89.00 |
| **Proteína Total, %** | 11.78 | 12.46 | 12.50 | 12.67 | 11.08 |
| **Fibra Bruta, %** | 21.43 | 20.78 | 19.98 | 23.76 | 27.76 |
| **Cenizas, %** | 12.32 | 12.00 | 12.08 | 12.77 | 12.98 |

El contenido proteico, de importancia en la especie evaluada, indica cierto efecto positivo de la fertilización (12.46 y 12.50%) frente al cultivo no fertilizado y que considerando el incremento en rendimiento se logrará una mayor cosecha de proteína. También se encontró que, la proteína tiende a disminuir (12.67) desde los 75 días, hasta 11.08% a los 90 días, es decir una disminución de 7.81% en tan solo 15 días de diferencia.



Los otros componentes evaluados, pereciera que llevan la misma tendencia que la analizada para la proteína.




Sobre la composición química de la maralfalfa existen grandes controversias. Algunas citas muestran contenidos bastante altos, sobre todo en proteína, y otros son bastante razonables, talvez congruentes con la aun indefinición final de la especie.

Así, **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO (2006)**, en maralfalfa menciona cenizas 13.5%, fibra 53.33%, grasa 2.1%, proteínas crudas 16,25%; **GOMEZ et al. (2006**), cita un alto nivel de proteínas (cerca de 17.2); **MÉRIDA (2013)**, al evaluar a los 60, 75, 90 y 105 días de edad, la proteína fue de

11.91%, 10.12%, 5.98% y 7.04%; **MORENO (2013)**, en México, refiere extracto etéreo (grasa) 1.64%, fibra cruda 17.08%, proteína cruda 20.78% y cenizas (minerales) 17.01%; **TORO (2015)**, cita más proteína en zona media (14.5%), en zona baja (12.98%) y menor contenido en zona alta (10.05%); **CORONEL (2015)**, en proteína bruta, cenizas, extracto etéreo y fibra bruta (BS), fue de 14.76, 11.37, 2.27 y 21.89% al corte de instalación y de 13.30, 10.80, 2.32 y 23.43% a los 60 días. De otro lado, en su estudio de fertilización, **BUELBAS (2009)**, muestra que la PC disminuyó con el tiempo alcanzando valores de 9.77% a los 40 días, 8.68% a los 50 días, 7.76% a los 60 días y 6.74% a los 70 días; **CUNUHAY y CHOLOQUINGA (2011)**, en dos pisos altitudinales, halla 12.58% de cenizas, 2.54% en E.E., 13.5% de proteína, 30.4% de fibra; **ZEVALLOS (2012)**, asevera que en la proteína, grasa, fósforo y potasio, influye directamente la edad de la planta. Toda esta gama de valores, refuerzan el concepto que son distintos factores los que marcan diferencias notables en el contenido nutricional del cultivo de maralfalfa.

# V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Loa resultados obtenidos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1. La materia seca contenida en el cultivar maralfalfa no es influenciada si es fertilizada o no y tampoco está influenciada por el tipo de fertilizante. Sí varía en función a la edad de corte o cosecha; aumentando a mayor edad de la planta.
2. Los rendimientos de forraje verde se ven influenciados significativamente por la fertilización, edad de cosecha e interacción de ambos  En sus efectos simples, hay diferencia de cada edad de cosecha con el tipo de fertilizante, con la sola excepción del tipo de fertilizante en el corte a 75 días. En materia seca, sólo hay diferencias significativas según edad de corte o cosecha.
3. La altura de planta, es influenciada significativamente por la fertilización y por la edad de cosecha; sin embargo, en sus efectos simples solamente existe asociación significativa de la edad de cosecha con el fertilizante “gallinaza”.
4. En diámetro de tallo, no hay efecto significativo de la fertilización y edad de cosecha; sin embargo en sus efectos simples, la “gallinaza” tiene diferente efecto según edad de corte y el tipo de fertilizante al corte a los 90 días.
5. Hay una influencia significativa de la fertilización, edad de cosecha y sus interacciones. A excepción del efecto simple del fertilizante sobre el corte a los 90 días, los demás efectos simples son estadísticamente diferentes. En ancho de hoja se observó el mismo efecto significativo de efectos principales e interacción; notándose en sus efectos simples que todos son diferentes según el fertilizante o la edad de corte o cosecha.

6. La fertilización, edad de cosecha y su interacción influyeron significativamente en la relación hoja:tallo. En los efectos simples solamente no hay efecto diferente de la edad de corte en la fertilización con "establo".
7. El número de hojas por tallo sólo difiere estadísticamente en las dos edades de cosecha.
8. Existen correlaciones altamente significativas entre las diferentes partes de la planta y evaluadas a través de sus atributos agronómicos.
9. La proteína y otros componentes químicos de la maralfalfa, muestran mejoras con la fertilización, al igual que el resto, mientras que la edad de la planta incrementa la fibra bruta, principalmente.

**RECOMENDACIONES:**

1. Incorporar cualquiera de los fertilizantes orgánicos, según su disponibilidad, en el cultivar de maralfalfa por promover mejores rendimientos y mejorar sus atributos agronómicos de la planta.
2. Continuar evaluando, rendimientos, atributos agronómicos y composición química en cultivos de maralfalfa a otras edades de corte y otros fertilizantes orgánicos disponibles en el medio.

# VI. RESUMEN

Cultivares de maralfalfa instalados en el área forrajera de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo-Filial Cutervo, Cajamarca, a una altitud de 2649 msnm, fueron evaluados, en un diseño de bloques al azar, con arreglo factorial (3x2) en los siguientes tratamientos: $T_{1:}$ Sin fertilización y corte a los 75 días de edad, $T_{2:}$ Fertilización con "establo" y corte a los 75 días de edad, $T_{3:}$ fertilización con "gallinaza" y corte a los 75 días de edad, $T_{4:}$ Sin fertilización y corte a los 90 días de edad, $T_{5:}$ Fertilización con "establo" y corte a los 90 días de edad y $T_{6:}$ Fertilización con "gallinaza" y corte a los 90 días de edad. El contenido de materia seca parcial fue de 24.41, 27.53, 23.29, 27.27, 23.73 y 27.29% para los citados tratamientos. En promedio se halló 25.97 sin fertilizar, 25.28 fertilización con "establo" y 25.51% en fertilización con "gallinaza" y para edad al corte de 75 y 90 días, fueron de 23.81 y 27.36%; el rendimiento de materia verde alcanzó 85.001, 130.728, 87.938, 142.377, 85.612 y 140.050 tm/ha/corte, en los citados tratamientos y 107.865, 115.158 y 112.831 tm/ha/corte en sin fertilizar, establo y gallinaza; en tanto que a los 75 y 90 días de corte sus rendimientos fueron de 84.85 y 137.718 tm/ha/corte. Sus equivalencias en materia seca (TCO), alcanzaron valores de 20.735, 36.090, 20.477, 38.799, 20.313 y 38.212; 28.202 sin fertilización, 29.638 y 29.263 tm/ha/corte; 20.463 y 37.68 tm/ha/corte en cosechas a los 75 y 90 días, respectivamente, con diferencias estadísticas (P<0.01) en efectos principales, interacción y efectos simples para materia verde; y para materia seca entre edades de corte. La altura de planta fue de 1.819, 1.826, 1.868, 2.012, 1.859 y 2.090 m; 1.823, 1.940 y 1.975 m, según fertilizaciones y para 75 y 90 días, de 1.849 y 1.976 m, con diferencias estadísticas (P<0.01), entre fertilizaciones, edades y su interacción. En diámetro de tallo se hallaron los siguientes datos: 1.656, 1.7481.670, 1.778, 1.717 y 1.590 cm, por fertilización fueron de 1.702, 1.724 y 1.654 cm, y a los 75 y 90 días de 1.681 y 1.705 cm, y diferencias estadísticas (P<0.01). El largo de hoja fue de 0.610, 0.792, 0.690, 1.266, 0.683 y 1.094 m; según fertilizantes de 0.701, 0.978 y 0.889 m, en tanto que a los 75 y 90 días fueron de 0.661 y 1.051 m, y diferencias estadísticas (P<0.01). Para ancho se citan valores de 1.895, 2.540, 2.145, 3.125, 2.240 y 2.625 cm; 2.218, 2.635 y 2.433 de los fertilizantes; 75 y 90 días fueron 2.093 y 2.763 cm, con la misma diferencia estadística (P<0.01). La relación hoja:tallo se cita 0.35, 0.36, 0.36, 0.37, 0.35 y 0.39; 0.36, 0.37 y 0.37 en fertilizaciones, a los 75 y 90 días de 0.35 y 0.37, igual de diferencias estadísticas (P<0.01). El número de hojas por planta fue de 14.1, 14.8, 15.1, 15.5, 15.2 y 15.5; en fertilizaciones de 14.5, 15.3 y 15.4; a los 75 y 90 días de 14.8 y 15.2, y diferencias estadísticas (P<0.05) solo entre edades al corte. La composición química para proteína total, fibra bruta, y cenizas, según fertilización,

alcanzaros valores de 11.78, 12.46 y 12.50%; 21.43, 20.78 y 19.98%; 12.32, 12.00 y 12.08%. Según edad de corte sus valores fueron de 12.67 y 11.08% de proteína, 23.76 y 27.76% de fibra cruda, 12.77 y 12.98% de cenizas.

# VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA


ACOSTA, G. 2011. Fertilización Nitrogenada en el pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp),* y su efecto en la producción de biomasa y materia seca en el Fundo Zungarococha – FA - UNAP –Iquitos, Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. 98 pp.

BUELVAS, M. 2009. Evaluación de tres tipos de fertilizantes sobre la producción de biomasa y calidad nutricional del pasto maralfalfa (*pennisetumsp*) cosechado a cuatro estadios de crecimiento diferentes. Facultad de ciencias agropecuarias, Programa de zootecnia, Bogota, Colombia. 124 pp.

CARREÑO, J. 2009. Manual de siembra, cultivo, y manejo del pasto maralfalfa. 23 pp.

CEDECO. 2005. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos, Ed. CEDC. 66 p. [Online]. Disponible en la World Wide Web: http://es.scribd.com/doc/40324946/ABONOS ORGANICOS-SOLIDOS-Y-LIQUIDOS Centro Internacional de Agricultura Tropical "CIAT" (1982). Manual para la Evaluación Agronómica, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Editor técnico: José M. Toledo. Cali– Colombia. 170 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL "CIAT" (1988). Resúmenes analíticos sobre Pastos tropicales. ISSN 0120-2944, Vol. X No. 1. 502 p. Disponible en la World Wide Web: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABA061.pdf

CORDERO. A. 2008. Estadística Experimental. Grafipex Perú, Lima, Perú. 324 pp.

CORONEL, O. 2015. Composición química y atributos agronómicos de maralfalfa (*pennisetum violaceum*, lam), en zona de altura (2600 msnm), Cutervo, Cajamarca, al corte de instalación y primer corte, Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 46 pp.

CORREA, H. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. Rev. Fac. Cien. Agrop. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, 59(1): p 36- 56.

CORREA, H. ARROYAVE, H. HENAO, Y. LOPEZ, A. y CERON, J. 2004. Pasto maralfalfa mitos y realidades, primera y segunda parte. Proceeding ganadería de carne artículos técnicos Engormix.

CUNUHAY, J. y M. CHOLOQUINGA. 2011. Evaluación de la adaptación del pasto maralfalfa (*Pennisetumsp.*) en dos pisos altitudinales con tres distancias de siembra en el Campus Juan Lunardi y Naste del Cantón Paute. Tesis para optar el titulo de Ingeniero Agropecuario Industrial, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. 230 pp.

DAWSON JE and HATCH ST. 2002. A world wide web key to the grass genera of Texas. URL: http://www.csdl.tamu.edu/FLORA/taes/tracy/610/index.html

DONAHUE, R.L., R.W. MILLER, Y J.C. SHICKLUNA. 1983. An introduction to soil and plant growth. Prentice-Hall, Inc. pp. 208-233.

ESTRADA, J. 2003. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Manizales: Ed. Universidad de Caldas, Colombia. Pgs. 167-188.

ESTRADA, M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza, Revista Lasallista de Investigación, vol. 2, núm. 1, Antioquia, Colombia, pp. 43-48.

FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso. 77 pp. http:/www. Fertilizer.org.

FERNÁNDEZ M., A., BERROCAL M. MOORE, L. PAREDES, L. PÉREZ, L. QUISPE S., LÁZARO, CH. PAREJA y C. PALOMINO. 2010. Tecnología productiva de lácteos. Producción de pastos y forrajes. Proyecto lácteos. Solid organización privada de desarrollo. 98 p. [Citado el 1 de setiembre del 2013], Disponible en la World Wide Web: http://www.solidperu.com/upl/1/en/doc/

FLORES. M., A. & FRED, B. 1990. Manual de pastos y forrajes. Ed. MARTEGRAF. LIMA- PERÚ. 206 p.

GARCIA y LUCENA. 2009. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Pgs. 14, 16.

GÓMEZ, I.; FERNÁNDEZ L., J.; OLIVERA, y ARIAS, R. 2007. Efecto del estiércol vacuno en el establecimiento y la producción de semillas de Teramnus labialis. Pastos y Forrajes v.30 n.2 Matanzas, Cuba. [Online]. Disponible en la World Wide Web: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S086403942007000200003&script=sci_arttext

GOMEZ, J., G. DÁVILA, R. SAAVEDRA y C. GOMEZ. 2006. Guía práctica para el manejo y conservación de suelos de ladera en los Municipios Restrepo y Dagua, Valle del Cauca. Cartilla Ilustrada Nº 42, Colombia. 22 pp.

GONZÁLEZ S., A. 1995. Aplicación y efecto; residual del estiércol en la Producción y calidad del buffel (Cenchrus ciliarisc.v. Texas - 4464) el trópico seco. Tesis en Maestro en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima, Mexico. 64 p. Disponible en la World Wide Web: http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Alfredo%20Gonzalez%20Sotelo.pdf

GUERRERO R., R. 2004. Manual técnico. Propiedades generales de los fertilizantes sólidos. Cuarta edición, 2004. Bogotá, Colombia. 47 p. [Online], Disponible en la World Wide Web: http://www.monomeros.com/descargas/dpmanualfertilizacion.pdf

HUBER, J. and A. AMBERGER. 1990. NH3. Losses under different farming systems. No. 30: 109-115.

HUMEDALES USUMACINTA HUMUS. S. f. Maralfalfa. Manual de Apoyo. 20 pp.

INFOJARDIN. Tipos de abonos orgánicos. [En línea]. 2008. Disponible en: http://foroarchivo.infojardin.com/abonos/t-144898.html.

LON WO, E. (1993). Estudio de nuevos materiales que contribuyan a reducir el déficit de camas para pollos de engorde en Cuba. Tesis de Dr. en Cienc. Vet. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p 22-29.

MÁRQUEZ, F., J. SÁNCHEZ, D. y C. DÁVILA. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (Pennisetum purpureum). 1. Rendimiento y contenido de proteína, Zootecnia Trop., 25(4): 253-259.

MARSHALL, W. 2000. Contribución al estudio de la ceba ovina estabulada sobre la base de heno y suplemento proteico con harina de soya y gallinaza. Tesis de Dr. en Cienc. Vet. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 44-48.

MENDEZ, Y. 1998. Efecto de dos fertilizantes orgánicos en la producción y calidad nutricional de dos variedades de King Grass (Pennisetum hybridum) e imperial común (Axonopus scoparius) en el

piedemonte amazónico (Caquetá). Tesis de grado. Universidad de la Salle. Facultad de Zootecnia. p 14-21.

MÉRIDA, J. C. 2013. Evaluación de cuatro edades de corte en el rendimiento de materia seca y contenido de proteína cruda del cultivo de maralfalfa (pennisetum sp. poales; poaceae) en patulul, suchitepéquez, tesis Ingeniero Agrónomo con Énfasis en Gerencia Agrícola, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Campus de Quetzaltenango, México. 60 pp.

MEYFER (GALLINAZA) 1991. Procesadora de Gallinaza, S.A. Gral. Zuazua, N.L. Boletín técnico, pp. 1-3.

MORENO, M. G. 2013. Establecimiento de un cultivo de maralfalfa en Tecalitlán, Jalisco, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Tesis Médico Veterinario Zootecnista, Morelia, Michoacán, México. 39 pp.

MORIYA, K. 2008. Gallinaza como fertilizante. [Online]. Disponible en la World Wide Web: http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/ artículos. php?pid=455939

OCHOA S. 2009. Tipos de compost, curso de compostaje en la Universidad Autónoma de Madrid. 121 p. [Online]. Disponible en la World Wide Web: http://www.uam.es/personalpdi/ciencias/eeymar/default_archivos/1.Introduccion%20curso%20compost.pdf

OCHOA S., I. 2009. Tipos de compost, curso de compostaje en la Universidad Autónoma de Madrid. 121 p. [Online]. Disponible en la World Wide Web: http://www.uam.es/personalpdi/ciencias/eeymar/default_archivos/1.Intr oduccion, compost.pdf.

OROZCO J. 2000. Fertilizantes orgánicos y su aplicación en el cultivo de banano. En: Taller internacional sobre producción de banano orgánico y, o, ambientalmente amigable. [En línea]. http://www.catie.ac.cr/econegociosagricolas/BancoMedios/Documentos/in02 0006_spa.pdf

PASOLAC. 2007. Estiércol de Vaca. Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua. 2 p. [Online]. Disponible en la World Wide Web: http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_49.pdf

QUINTANILLA R.. 1991. Abonos y Fertilizantes. Ediciones Rialp S.A. Gran Enciclopedia Rialp,. [Online], Disponible en la World Wide Web: http://www.canalsocial.net/ger/ficha_GER.asp?id=10366&cat= química.

RADILLO J., FR.; GONZÁLEZ S., A., Y CEBALLOS B., B. 2009. Efecto de abonos orgánicos e inorgánicos en la producción del pasto guinea (Panicum máximum Jaqc) variedad "tanzania". Manejo sustentable de pastizales. VI Simposio Internacional de Pastizales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Universidad de Colima.148 p. [Disponible en la World Wide Web: http://www.patrocipes.org.mx/publicaciones/pastizales/SimposioPastizales/pastizala.pdf.

RAMIREZ, P. 2003. Evaluación del pasto maralfalfa (pennisetum sp.) como recuperador de un andisol degradado por prácticas agrícolas. [Publicación en línea], disponible desde http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/rramirez/

RASPEÑO, N. y CUNIOLO, M. 1996. Compost lombrices. Lombricultura. Revista Procampo. Madrid, España. 27 p.

TISDALE, S., W. NELSON and J.D BEATON. 1985. Soil fertility and fertilizers. McMillan Publishing Company, 4Ed. pp. 220-250.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. 2006. Informe Anual del Rector. Ecuador. 40 pp.

VILLARROEL A. 1979. Respuesta del maíz y frijol a la aplicación de gallinaza, estiércol vacuno, zinc, magnesio y hierro en suelos de Cd. Cerdán Puebla, Bajo Condiciones de Campo e Invernadero. Tesis, M.C. Colegio de Posgraduados, Chapingo. pp. 15-38.

VIVANCO, A. 2003. Elaboración de EM bokashi y su evaluación en el cultivar maíz, bajo riego en Zapotillo, [en línea]. Loja: Universidad Nacional de Loja. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos15/em-bokashi/em-bokashi.shtml

WILLIAMS, C.M., BARKER, J.C. Y SIMS, J.T. 1999. Management and utilization of poultry wastes; Rev. Environ. Contam. Toxicol., 162: 105–157.

YANEISY, G.; ORTIZ, A. & LON W., E. 2005. Efecto de los residuales avícolas en el ambiente. [Online]. Disponible en la World Wide Web: http://www.fertilizando.com/articulos/

ZEVALLOS, M. 2012. Fertilización nitrogenada y su efecto en las características bromatológicas del pasto maralfalfa (*Pennicetum sp*), en el fundo Zungarococha-Distrito de San Juan-Loreto. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, Iquitos, Perú. 84 pp.

# VIII. APÉNDICE

**CUADRO 1A. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA (TCO) EN MARALFALFA**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| Bloques | 3.234 | 1 | 3.234 | 1.1 NS |
| A (Fertilización) | 9.952 | 2 | 4.975 | 1.7 NS |
| B (Edad de corte) | 378.430 | 1 | 378.430 | 129. ** |
| AB | 3.742 | 2 | 1.97 | 0.67 NS |
| Error Experimental | 331.715 | 113 | 2.93 | |
| **TOTAL** | **727.073** | **119** | | |

**C.V.: 6.69%**

**CUADRO 2A. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE EN MARALFALFA**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| Bloques | 412.033 | 1 | 412.033 | 12.48 ** |
| A (Fertilización) | 1109.113 | 2 | 554.557 | 16.79 ** |
| B (Edad de corte) | 79667.442 | 1 | 79667.442 | 2412. ** |
| AB | 1200.029 | 2 | 600.015 | 18.17 ** |
| Error Experimental | 3730.802 | 113 | 33.020 | |
| **TOTAL** | **727.073** | **119** | | |

**C.V.: 5.13%**

**ANALISIS DE VARIANZA DE LOS EFECTOS SIMPLES:**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| B en $A_1$ | 20903.2 | 1 | 20903.2 | 633 ** |
| B en $A_2$ | 29636 | 1 | 29636 | 898 ** |
| B en $A_3$ | 29634 | 1 | 29634 | 1.45 NS |
| A en $B_1$ | 96 | 2 | 48 | 23 ** |
| A en $B_2$ | 1520 | 2 | 760 | |
| **Error Experimental** | **3730** | **119** | | |

**CUADRO 3A. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN MARALFALFA**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| Bloques | 70.618 | 1 | 70.618 | 0.2 NS |
| A (Fertilización) | 33.267 | 2 | 16.634 | 0.04 NS |
| B (Edad de corte) | 8846.448 | 1 | 8846.448 | 18.9 ** |
| AB | 351.756 | 2 | 175.868 | 0.37 NS |
| Error Experimental | 52739.044 | 113 | 466.717 | |
| **TOTAL** | **62343.133** | **119** | | |

**C.V.: 74.21%**

**CUADRO 4A. ANÁLISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE PLANTA EN MARALFALFA**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| Bloques | 0.19 | 1 | 0.19 | 9.5 ** |
| A (Fertilización) | 0.622 | 2 | 0.311 | 16 ** |
| B (Edad de corte) | 0.569 | 1 | 0.569 | 34.5 ** |
| AB | 0.408 | 2 | 0.204 | 10.2 ** |
| Error Experimental | 1.752 | 113 | 0.020 | |
| **TOTAL** | | **119** | | |

**C.V.: 7.42%**

**ANALISIS DE VARIANZA DE LOS EFECTOS SIMPLES:**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| B en $A_1$ | 0.0015 | 1 | 0.0015 | 0.1 NS |
| B en $A_2$ | 0.0011 | 1 | 0.0011 | 0.06 NS |
| B en $A_3$ | 0.053 | 1 | 0.053 | 2.65 ** |
| A en $B_1$ | 0.019 | 2 | 0.001 | 0.05 N S |
| A en $B_2$ | 0.070 | 2 | 0.035 | |
| **Error Experimental** | **1.732** | **113** | 0.02 | |

**CUADRO 5A. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO DE TALLO EN MARALFALFA.**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| Bloques | 5.402 | 1 | 5.402 | 135 ** |
| A (Fertilización) | 0.099 | 2 | 0.050 | 1.25 NS |
| B (Edad de corte) | 0.019 | 1 | 0.019 | 0.50 NS |
| AB | 0.334 | 2 | 0.167 | 4.18 * |
| Error Experimental | 4.150 | 113 | 0.040 | |
| **TOTAL** | **727.073** | **119** | | |

**C.V.: 11.81%**

**ANALISIS DE VARIANZA DE LOS EFECTOS SIMPLES:**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| B en $A_1$ | 0.084 | 1 | 0.084 | 2.1. NS |
| B en $A_2$ | 0.115 | 1 | 0.115 | 2.9 NS |
| B en $A_3$ | 0.154 | 1 | 0.154 | 3.9 * |
| A en $B_1$ | 0.041 | 2 | 0.021 | 0.53 NS |
| A en $B_2$ | 0.392 | 2 | 0.196 | 4.9 * |
| **Error Experimental** | | **113** | 0.02 | |

**CUADRO 6A. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL LARGO DE HOJA EN MARALFALFA**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| Bloques | 0.043 | 1 | 0.043 | 2.0 NS |
| A (Fertilización) | 1.619 | 2 | 0.810 | 40.5 ** |
| B (Edad de corte) | 4.673 | 1 | 4.673 | 334 ** |
| AB | 0.795 | 2 | 0.398 | 19.9 ** |
| Error Experimental | 1.874 | 113 | 0.020 | |
| **TOTAL** | | **119** | | |

**C.V.: 3.67%**

**ANALISIS DE VARIANZA DE LOS EFECTOS SIMPLES:**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| B en $A_1$ | 0.329 | 1 | 0.329 | 16.45 ** |
| B en $A_2$ | 3.323 | 1 | 3.323 | 166 ** |
| B en $A_3$ | 1.815 | 1 | 1.915 | 91 ** |
| A en $B_1$ | 0.077 | 2 | 0.039 | 1.95 NS |
| A en $B_2$ | 2.323 | 2 | 1.662 | 58.1 ** |
| **Error Experimental** | **1.874** | **113** | 0.02 | |

**CUADRO 7A. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ANCHO DE HOJA EN MARALFALFA**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| Bloques | 2.241 | 1 | 2.241 | 11.21 ** |
| A (Fertilización) | 3.741 | 2 | 1.871 | 9.34 ** |
| B (Edad de corte) | 13.972 | 1 | 13.972 | 69.4 ** |
| AB | 1.972 | 2 | 0.986 | 4.93 * |
| Error Experimental | 22.213 | 113 | 0.200 | |
| **TOTAL** | **44.039** | **119** | | |

**C.V.: 18.38%**

**ANALISIS DE VARIANZA DE LOS EFECTOS SIMPLES:**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| B en $A_1$ | 4.161 | 1 | 4.161 | 21 ** |
| B en $A_2$ | 10.201 | 1 | 10.201 | 51 ** |
| B en $A_3$ | 1.483 | 1 | 1.483 | 7.42 ** |
| A en $B_1$ | 1.270 | 2 | 0.635 | 3.18 * |
| A en $B_2$ | 4.442 | 2 | 2.220 | 11 ** |
| **Error Experimental** | **22.213** | **113** | 0. 02 | |

**CUADRO 8A. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA RELACIÓN HOJA:TALLO EN MARALFALFA**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| Bloques | 0.005 | 1 | 0.005 | 10 ** |
| A (Fertilización) | 0.012 | 2 | 0.006 | 12 ** |
| B (Edad de corte) | 0.013 | 1 | 0.013 | 26 ** |
| AB | 0.003 | 2 | 0.002 | 4 * |
| Error Experimental | 0.064 | 113 | 0.0005 | |
| **TOTAL** | **0.097** | **119** | | |

**C.V.: 6.04%**

**ANALISIS DE VARIANZA DE LOS EFECTOS SIMPLES:**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| B en $A_1$ | 0.003 | 1 | 0.003 | 5 ** |
| B en $A_2$ | 0.001 | 1 | 0.001 | 2 NS |
| B en $A_3$ | 0.012 | 1 | 0.012 | 20 ** |
| A en $B_1$ | 0.005 | 2 | 0.003 | 5 ** |
| A en $B_2$ | 0.01 | 2 | 0.003 | 5 ** |
| **Error Experimental** | **0.064** | **113** | 0.0006 | |

**CUADRO 9A. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE HOJAS POR TALLO EN MARALFALFA**

| FUENTES DE VARIABILIDAD | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | C.M. | Fc. |
|---|---|---|---|---|
| Bloques | 8.533 | 1 | 8.533 | 13.31 * |
| A (Fertilización) | 19.717 | 2 | 9.859 | 3.82 * |
| B (Edad de corte) | 7.500 | 1 | 7.500 | 2.91 NS |
| AB | 0.650 | 2 | 0.325 | 0.13 NS |
| Error Experimental | 291.567 | 113 | 2.580 | |
| **TOTAL** | **727.073** | **119** | | |

**C.V.: 6.69%**