

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LOS PASTOS MARALFALFA (*Pennisetum sp*) Y KING GRASS (*Pennisetum hybridum*) EN DIFERENTES ESTADOS DE CRECIMIENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*)**

**EDUARDO WILLIAM PIARPUEZAN TUPUE  
EDWIN ANDRÉS RODRÍGUEZ LEIVA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
SAN JUAN DE PASTO  
2008**

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LOS PASTOS MARALFALFA (*Pennisetum sp*) Y KING GRASS (*Pennisetum hybridum*) EN DIFERENTES ESTADOS DE CRECIMIENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*)**

**EDUARDO WILLIAM PIARPUEZAN TUPUE  
EDWIN ANDRÉS RODRÍGUEZ LEIVA**

**Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de  
Zootecnista**

**Presidente:**

**ALBERTO CAYCEDO VALLEJO  
I.A, M.SC.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
SAN JUAN DE PASTO  
2008**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

ALBERTO CAYCEDO VALLEJO I.A, M.Sc.  
(Presidente)

---

ARTURO GALVEZ CERON. Zoot, M.Sc.  
(Jurado delegado)

---

HERNÁN OJEDA. Zoot.  
(Jurado)

Pasto, Junio de 2008.

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1° del acuerdo 324 del 11 de octubre de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Dedico a:

A mi madre, mis hermanos y esposa por su constante apoyo  
Y a mi hija, Luisa María, por ser la inspiración de mi vida.

EDWIN ANDRÉS RODRÍGUEZ LEIVA.

Dedico a:

A mis padres, mis hermanos y familiares por su apoyo  
incondicional durante todo este proceso.

EDUARDO WILLIAM PIARPUEZAN TUPUE.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo de grado, presentan sus agradecimientos a las siguientes personas:

ALBERTO CAYCEDO VALLEJO, I.A, M.Sc.

ARTURO GALVEZ CERON. Zoot, M.Sc.

HERNÁN OJEDA. Zoot.

LUIS ALFONSO SOLARTE. Zoot.

ALBERTO TORRES, Propietario de la finca Arrayanes.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	24
2. FORMULACION DEL PROBLEMA	25
3. OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GENERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	26
4. MARCO TEORICO	27
4.1 GENERALIDADES FISIOLÓGICAS DEL CUY.	27
4.1.1 Requerimientos nutricionales del cuy.	27
4.1.2 Necesidades de proteína y de aminoácidos.	27
4.1.3 Necesidades de energía.	28
4.1.4 Necesidades de agua.	29
4.1.5 Necesidades de vitaminas y minerales.	29
4.1.6 Alimentación de cuyes.	30
4.2 DIGESTIBILIDAD.	31
4.2.1 Digestibilidad in vivo	32
4.3 CARACTERISTICAS DEL PASTO MARALFALFA ( <i>Pennisetum sp</i> ).	32
4.3.1 Origen.	32
4.3.2 Características morfológicas.	33
4.3.3 Adaptación.	33
4.3.4 Siembra.	34
4.3.5 Fertilización.	34
4.3.6 Corte.	34
4.3.7 Producción por m <sup>2</sup> .	34
4.3.8 Enfermedades y usos.	34
4.3.9 Valor nutritivo.	35
4.4 CARACTERISTICAS DEL PASTO KING GRASS ( <i>Pennisetum hybridum</i> ).	35
4.4.1 Origen.	35
4.4.2 Descripción y hábitos.	35
4.4.3 Adaptación.	36
4.4.4 Propagación y siembra.	36
4.4.5 Fertilización.	36
4.4.6 Calidad del forraje y producción por m <sup>2</sup> .	36
4.4.7 Usos.	37
4.4.8 Control de malezas.	37
4.4.9 Plagas y Enfermedades.	37
5. DISEÑO METODOLÓGICO	39
5.1 LOCALIZACIÓN.	39
5.2 EVALUACION AGRONÓMICA.	39

5.2.1 Tratamientos.	40
5.2.2 Diseño experimental y análisis estadístico.	40
5.2.3 Planteamiento de hipótesis	40
5.2.4 Modelos propuestos.	40
5.2.5 Variables a evaluar.	41
5.2.5.1 Producción de biomasa	41
5.2.5.2 Índice de área foliar (IAF)	41
5.2.5.3 Altura de plantas.	41
5.2.5.4 Profundidad radicular .	41
5.2.6 Valoración bromatológica.	41
5.3 PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD.	41
5.3.1 Animales.	41
5.3.2 Instalaciones y equipos.	41
5.3.3 Alimentación.	42
5.3.4 Tratamientos.	42
5.3.5 Diseño experimental y análisis estadístico	42
5.3.6 Formulación de hipótesis.	42
5.3.7 Etapa preexperimental.	43
5.3.8 Etapa experimental.	43
5.3.9 Técnicas de campo.	43
5.3.9.1 Recolección de heces.	43
5.3.9.2 Plan de manejo.	43
5.3.10 Análisis químico.	44
5.3.11 Variables a evaluar.	44
5.3.11.1 Coeficiente de digestibilidad (C.D).	44
5.3.11.2 Nutrientes digestibles totales (NDT).	44
5.3.11.3 Principios digestibles.	44
5.3.11.4 Razón nutritiva.	44
5.4 PRUEBA DE COMPORTAMIENTO (levante y engorde).	45
5.4.1 Animales	45
5.4.2 Instalaciones y equipos.	45
5.4.3 Alimentación.	45
5.4.4 Tratamientos.	45
5.4.5 Diseño experimental	45
5.4.6 Formulación de hipótesis.	45
5.4.7 Aspectos sanitarios.	46
5.4.8 Variables a evaluar.	46
5.4.8.1 Consumo de materia seca.	46
5.4.8.2 Incremento de peso.	46
5.4.8.3 Conversión alimenticia.	46
5.4.8.4 Ganancia diaria de peso	46
5.4.9 Análisis químico proximal.	46
5.4.10 Análisis parcial de costos.	46
5.4.10.1 Costos fijos.	47
5.4.10.2 Costos variables.	47

5.4.10.3 Ingresos.	47
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
6.1 EVALUACION VARIABLES AGRONOMICAS	48
6.1.1 Análisis físico químico del suelo	48
6.1.2. Producción de biomasa seca	50
6.1.3. Índice de área foliar	52
6.1.4. Altura de planta	53
6.1.5. Profundidad radicular	55
6.1.6. Variables bromatológicas	57
6.1.6.1. Porcentaje de materia seca	57
6.1.6.2. Porcentaje de proteína	57
6.1.6.3. Ceniza	58
6.1.6.4. Extracto etéreo	59
6.1.6.5. Fibra cruda.	59
6.1.6.6. ENN.	59
6.1.6.7. FDN.	59
6.1.6.8. FDA.	60
6.1.6.9. Lignina.	60
6.1.6.10. Celulosa.	61
6.1.6.11. Hemicelulosa.	61
6.2 EVALUACION DE VARIABLES DE DIGESTIBILIDAD	61
6.2.1 Digestibilidad aparente de la materia seca	61
6.2.2 Digestibilidad aparente de la proteína	64
6.2.3 Digestibilidad aparente del extracto etéreo	65
6.2.4 Digestibilidad aparente de la fibra cruda	67
6.2.5 Digestibilidad aparente de la fibra detergente neutra	69
6.2.6 Digestibilidad aparente de la fibra detergente ácida	70
6.2.7 Digestibilidad de la hemicelulosa	72
6.2.8 Digestibilidad aparente de E.L.N.	73
6.2.9 Valores de los nutrientes digestibles totales (N.D.T) para las dietas	75
6.2.10 Razón nutritiva.	76
6.2.11 Energía digestible.	78
6.2.12 Energía metabolizable.	79
6.3 EVALUACION DE VARIABLES DE COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO.	80
6.3.1 Consumo de materia seca.	80
6.3.2 Incremento de peso.	83
6.3.3 Conversión alimenticia.	84
6.3.4 Análisis económico.	85
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	88
7.1 CONCLUSIONES.	88
7.2 RECOMENDACIONES.	89
8. BIBLIOGRAFÍA.	91
9. ANEXOS.	95

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cuy.	28
Tabla 2. Análisis químico del pasto maralfalfa a diferentes edades.	35
Tabla 3. Análisis químico del pasto king grass ( <i>Pennisetum hibrydum</i> ).	37
Tabla 4. Análisis físico químico del suelo donde se llevó a cabo el Experimento.	48
Tabla 5. Evaluación agronómica pastos king grass ( <i>Pennisetum hibrydum</i> ) y maralfalfa ( <i>Pennisetum sp</i> ) a 30, 45 días de edad.	50
Tabla 6. Análisis bromatológico del king grass y maralfalfa a 30 y 45 días (%).	57
Tabla 7. Digestibilidad aparente de la materia seca.	62
Tabla 8. Digestibilidad aparente de la proteína.	64
Tabla 9. Digestibilidad aparente del extracto etéreo (EE).	66
Tabla 10. Digestibilidad aparente de la fibra cruda.	68
Tabla 11. Digestibilidad aparente de la fibra detergente neutra.	70
Tabla 12. Digestibilidad aparente de la fibra detergente ácida.	71
Tabla 13. Digestibilidad aparente de hemicelulosa.	72
Tabla 14. Digestibilidad aparente del extracto libre de nitrógeno (E.L.N).	73
Tabla 15. Valores de los nutrientes digestibles totales (N.D.T) para las dietas experimentales.	75
Tabla 16. Razón nutritiva.	77
Tabla 17. Energía digestible.	78
Tabla 18. Energía metabolizable.	79
Tabla 19. consumo promedio con base a materia seca por animal día (g).	81

Tabla 20. Incremento de peso en cuyes alimentados con king grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento (g).	83
Tabla 21. Conversión alimenticia en cuyes alimentados con king grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento.	85
Tabla 22. Costos de producción de los diferentes tratamientos: T1 King grass 30 días, T2 King grass 45 días, T3 Maralfalfa 30 días, T4 Maralfalfa 45 días.	87

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Producción de biomasa de king grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento.	51
Figura. 2 Índice de área foliar de king grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento.	52
Figura 3. Altura de planta de king grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento.	53
Figura 4. Profundidad radicular de king grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento.	56
Figura 5. Digestibilidad aparente de la materia seca.	62
Figura 6. Digestibilidad aparente de la proteína.	65
Figura 7. Digestibilidad aparente del extracto etéreo.	67
Figura 8. Digestibilidad aparente de la fibra cruda.	69
Figura 9. Digestibilidad aparente de la fibra detergente neutra.	70
Figura 10. Digestibilidad aparente de la fibra detergente ácida.	71
Figura 11. Digestibilidad aparente de hemicelulosa.	73
Figura 12. Digestibilidad aparente del extracto libre de nitrógeno (ELN).	74
Figura 13. Valores de los nutrientes digestibles totales (N.D.T) para las dietas experimentales.	76
Figura 14. Razón nutritiva.	77
Figura 15. Energía digestible.	79
Figura 16. Energía metabolizable.	80
Figura 17. Consumo promedio con base a materia seca por animal día (g).	81
Figura 18. Incremento de peso promedio por animal (g).	84
Figura 19. Conversión alimenticia.	85

Figura 20. Rentabilidad obtenida en los diferentes tratamientos.

87

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de varianza para producción de biomasa seca para comparación entre king grass y maralfalfa.	96
Anexo 2. Prueba de Tukey para producción de biomasa seca para comparación entre King grass y maralfalfa.	96
Anexo 3. Análisis de varianza para índice de área foliar para comparación entre King grass y maralfalfa.	96
Anexo 4. Prueba de Tukey para índice de área foliar para comparación entre King grass y maralfalfa.	97
Anexo 5. Análisis de varianza para altura de planta para comparación entre King grass y maralfalfa.	97
Anexo 6. Prueba de Tukey para altura de planta para comparación entre King grass y maralfalfa.	98
Anexo 7. Análisis de varianza para profundidad radicular para comparación entre King grass y maralfalfa.	98
Anexo 8. Prueba de Tukey para profundidad radicular para comparación entre King grass y maralfalfa.	99
Anexo 9. Análisis de varianza para la digestibilidad de la materia seca, comparación entre King grass y maralfalfa.	99
Anexo 10. Prueba de Tukey para la digestibilidad de la materia seca, comparación entre King grass y maralfalfa.	100
Anexo 11. Análisis de varianza para la digestibilidad de la proteína, comparación entre King grass y maralfalfa.	100
Anexo 12. Prueba de Tukey para la digestibilidad de la proteína, comparación entre King grass y maralfalfa.	101

Anexo 13. Análisis de varianza para la digestibilidad del extracto etéreo, comparación entre King grass y maralfalfa.	101
Anexo 14. Prueba de Tukey para la digestibilidad del extracto etéreo, comparación entre King grass y maralfalfa.	102
Anexo 15. Análisis de varianza para la digestibilidad de la fibra cruda, comparación entre King grass y maralfalfa.	102
Anexo 16. Prueba de Tukey para la digestibilidad de la fibra cruda, comparación entre King grass y maralfalfa.	103
Anexo 17. Análisis de varianza para la digestibilidad de la fibra detergente neutra, comparación entre King grass y maralfalfa.	103
Anexo 18. Prueba de Tukey para la digestibilidad de la fibra detergente neutra, comparación entre King grass y maralfalfa.	104
Anexo 19. Análisis de varianza para la digestibilidad de la fibra detergente ácida, comparación entre King grass y maralfalfa.	104
Anexo 20. Análisis de varianza para la digestibilidad de la hemicelulosa, comparación entre King grass y maralfalfa.	104
Anexo 21. Prueba de Tukey para la digestibilidad de la hemicelulosa, comparación entre King grass y maralfalfa.	105
Anexo 22. Análisis de varianza para la digestibilidad de extracto libre de nitrógeno (ELN), comparación entre King grass y maralfalfa.	105
Anexo 23. Prueba de Tukey para la digestibilidad de extracto libre de nitrógeno (ELN), comparación entre King grass y maralfalfa.	106
Anexo 24. Análisis de varianza para la digestibilidad de los nutrientes digestibles totales, comparación entre King grass y maralfalfa.	106
Anexo 25. Análisis de varianza para la razón nutritiva, comparación entre King grass y maralfalfa.	106
Anexo 26. Prueba de Tukey para la razón nutritiva, comparación entre King grass y maralfalfa.	107
Anexo 27. Análisis de varianza para la energía digestible, comparación entre King grass y maralfalfa.	107

Anexo 28. Prueba de Tukey para la energía digestible, comparación entre King grass y maralfalfa.	108
Anexo 29. Análisis de varianza para la energía metabolizable, comparación entre King grass y maralfalfa.	108
Anexo 30. Prueba de Tukey para la energía metabolizable, comparación entre King grass y maralfalfa.	109
Anexo 31. Análisis de varianza para consumo de materia seca, comparación entre King grass y maralfalfa.	109
Anexo 32. Prueba de Tukey para consumo de materia seca, comparación entre King grass y maralfalfa.	110
Anexo 33. Análisis de varianza para incremento de peso, comparación entre King grass y maralfalfa.	110
Anexo 34. Prueba de Tukey para incremento de peso, comparación entre King grass y maralfalfa.	111
Anexo 35. Análisis de varianza para conversión alimenticia, comparación entre King grass y maralfalfa.	111
Anexo 36. Prueba de Tukey para conversión alimenticia, comparación entre King grass y maralfalfa.	112
Anexo 37. Composición química del concentrado.	112
Anexo 38. Análisis bromatológico y heces.	113
Anexo 39. Cálculo de fertilizante aplicado a los forrajes.	113

## GLOSARIO

Ácidos grasos: ácidos orgánicos compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, que se combinan con glicerol para formar la grasa.

Alimento: cualquier material, generalmente de origen vegetal o animal, que contiene los nutrimentos esenciales.

Análisis proximal: combinación de procedimientos analíticos que se utilizan para cuantificar el contenido de proteínas, lípidos, materia seca, cenizas, glúcidos de los alimentos, tejidos animales o excretas.

Biomasa: abreviatura de masa biológica, cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre.

Bromatología: estudia el alimento desde todas sus vertientes: nutritiva, sensorial, higiénico sanitaria y químico analítica.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): representa la totalidad de las cargas negativas de la fracción coloidal del suelo que están en condición de ser intercambiadas.

Celulosa: polímero de glucosa que se encuentra en un enlace resistente a la hidrólisis producida por las enzimas digestivas.

Cenizas: el residuo que queda después de la combustión completa a 500 o 600 °C de un alimento, tejido animal o excreta durante un análisis proximal.

Ciego: bolsa ciega que se encuentra inmediatamente después del intestino delgado, y que contiene una población muy numerosa de bacterias anaeróbicas que fermentan glucidos complejos.

Colon: intestino grueso que se encuentra después del ciego y del intestino delgado; contiene una población de bacterias anaeróbicas que fermentan los glucidos complejos, que representan una contribución energética significativa en algunos animales.

Dieta: selección controlada o mezcla de alimentos que se suministra según el programa continuo o prescrito; una dieta balanceada suministra todos los nutrimentos necesarios para mantener una salud normal y las funciones productivas.

Digestibilidad aparente: porcentaje de un nutrimento de un alimento que aparentemente se digiere y absorbe en el tubo gastrointestinal según la información suministrada al restar la cantidad excretada en las heces a la cantidad ingerida.

Fertilidad: capacidad inherente del suelo para proporcionar nutrientes a las plantas en porcentajes adecuados y en proporciones convenientes.

Gramíneas: plantas monocotiledóneas de tallo cilíndrico nudoso y generalmente hueco, hojas paralelinervias (nervaduras paralelas), flores reunidas en la espiga, racimo o panoja.

Heces: producto de secreción de residuos de alimentos no digeridos, además de las secreciones digestivas producidas en forma endógena, las células descamadas de la pared interna intestinal, y los metabolitos que se vuelven a excretar dentro de la luz intestinal a través de la bilis que proviene del hígado.

Monogástrico: estómago sencillo; el término se aplica con frecuencia los animales que tienen un solo estomago (no rumiantes).

Ración: porción fija de un alimento, que generalmente se expresa como la cantidad de una dieta que se permite consumir diariamente.

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la finca Arrayanes, vereda Arrayanes, municipio de Nariño, ubicado a 30 Km. de la ciudad de Pasto, situada a una altura de 2250 m.s.n.m, con una temperatura que oscila entre 13 - 18 ° C, y una precipitación entre 500 -1000 mm.

El objetivo fue evaluar el valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) y king grass (*Pennisetum hybridum*) en diferentes estados de crecimiento, 30 y 45 días, en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). El presente estudio constó de tres etapas: evaluación agronómica, prueba de digestibilidad y prueba de comportamiento. La evaluación agronómica incluyó: producción de biomasa seca, Índice de área foliar (IAF), altura de plantas, profundidad radicular, y valoración bromatológica. Para esta prueba se utilizó un diseño de bloques al azar, de 4 tratamientos y tres réplicas, los cuales corresponden: T1 pasto king grass 30 días, T2 pasto king grass 45 días, T3 pasto maralfalfa 30 días y T4 pasto maralfalfa 45 días de crecimiento, todos los tratamientos con fertilización orgánica y mineral. Para la prueba de digestibilidad se utilizaron cuyes machos mejorados de tres meses de edad, con un peso promedio de 900 a 1000 gramos. Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar con 4 tratamientos, cuatro réplicas por tratamiento, así: T1 pasto king grass 30 días, T2 pasto king grass 45 días, T3 pasto maralfalfa 30 días y T4 pasto maralfalfa 45 días de crecimiento. Esta prueba incluyó las siguientes variables: coeficientes de digestibilidad, nutrientes digestibles totales (N.DT) y razón nutritiva. En la prueba de comportamiento se utilizaron cuyes destetos de 15 días de edad con un peso promedio de 300 gramos. Las variables evaluadas fueron: consumo de materia seca, incremento de peso, conversión alimenticia, análisis químico proximal y análisis parcial de costos. Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 4 réplicas, de la siguiente manera: T1 pasto King grass de 30 días a voluntad más suplemento (testigo) vs T2 Pasto King grass 45 días, T3 pasto maralfalfa 30 días y T4 Pasto maralfalfa 45 días de crecimiento más suplemento concentrado.

Se pudo comprobar que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. Los resultados demostraron que en la prueba agronómica los rendimientos del tratamiento T2 (King grass de 45 días) fueron los mejores, es así que en la producción de biomasa el T2 obtuvo un valor de 12.39 Tms/ha/corte, seguido del T1(10.78) y T4(9.06), el menor valor lo representó el T3 con 6.88 Tms/ha/corte; de igual manera, para el índice de área foliar el T2 superó a los demás tratamientos con 12.98, le sigue el T4, T1 y T3 con 12.09, 6.71, y 6.18 respectivamente. Con respecto a la altura de planta, el T2 representó el mejor valor con 144.37cm, seguido del T4 (134.4), T1(74.6) y T3 (68.73); por otra parte, la profundidad radicular del T2 obtuvo un valor de 27.33cm, en su orden le

siguieron el T4, T3 y T1 con 26.33cm, 23.33cm y 23.0cm respectivamente. En la composición bromatológica, la edad afectó de manera significativa; al observar los resultados del análisis, el King grass supera en las dos edades de crecimiento al pasto maralfalfa, es así que el mayor contenido de materia seca lo presentó el T2 (25.4%), el mayor valor en proteína lo presentó el T1 (King grass de 30 días de edad, con 13.90%), para la ceniza, en ambos pastos, se incrementó a los 45 días, y los componentes de la pared celular como fibra cruda, FDA y FDN, también sufrieron una variación con la edad de la planta

Las mejores digestibilidades de las diferentes fracciones evaluadas fueron para los tratamientos T2 y T4, esto se atribuyó a la edad, adaptabilidad y al equilibrio de los nutrientes de estos forrajes. En materia seca, el T2 presentó un valor de 69.44%, seguido del T4 con 67.20%; en cuanto a los valores para digestibilidad proteína, el T2 superó a los demás tratamientos con 77.60%; así mismo, para digestibilidad de extracto etéreo, el T2 mostró un valor de 63.75%, le siguen los tratamientos T1, T4 y T3 con 61.18, 60.89 y 54.35% respectivamente. Para la digestibilidad de fibra cruda, el T2 (61.60) y T4 (58.66) superaron a los demás tratamientos. Para digestibilidad del FDA, el T2 (72.29) presentó el valor más alto sin diferencias estadísticas con los demás tratamientos. Con respecto al FDN, el T2 (71.74) presentó la mejor digestibilidad, seguido por el T4 con 68.57%. Los resultados para digestibilidad de hemicelulosa indicaron que el T2 sigue superando a los demás tratamientos con 70.21%, para ELN el T4 (75.6) presentó el mayor valor, seguido del T2 (75.07). Igual situación ocurrió con nutrientes digestibles totales, aunque no se presentaron diferencias estadísticas, el T4 y T2 presentaron los valores más altos con 56.76 y 55.89% respectivamente. En los resultados de razón nutritiva, el T1 (4.30) y T2 (4.43) representan la mejor opción. Los resultados de energía metabolizable y digestible mostraron que el T2, con 3377.91 kcal/ED y 3040.12 kcal/EM, es estadísticamente superior a los demás tratamientos.

Los resultados de comportamiento demostraron que los animales que recibieron una dieta constituida por king grass fertilizado de 45 días de edad y suplemento con 30 g (T2) presentaron los mejores rendimientos productivos; en consumo de alimento, el T2 (59.04) superó a los tratamientos T4 (54.63), T1 (52.48) y T3 (50.02). En incremento de peso, el T2 (8.82) y T4 (8.65) presentaron los valores más altos, lo mismo sucedió en conversión alimenticia, donde el T2 (4.22) superó a los demás tratamientos.

Al revisar el análisis económico, el T2 produjo el mejor ingreso neto por animal (\$ 4.985) con respecto a los demás tratamientos, y la rentabilidad más baja se presentó en el T1 (32.32%) el cual demostró resultados inferiores a los demás tratamientos (T2 39.99%, T4 36.21% y T3 35.32%).

## ASBTRAC

The present work was carried out in the property Myrtles, sidewalk Myrtles, municipality of Nariño, located to 30 Km. of the city of Grass, located to a height of 2250 m.s.n.m, with a temperature that oscillates among 13 - 18 ° C, and a precipitation among 500 -1000 mm.

The objective was to evaluate the nutritious value of the grass maralfalfa (*Pennisetum sp*) and king grass (*Pennisetum hybridum*) in different states of growth, 30 and 45 days, in the feeding of guinea pigs (*Cavia porcellus*). The present study consisted of three stages: agronomic evaluation, digestibilidad test and behavior test: the agronomic evaluation included: production of dry biomass, area Index to foliate (IAF), height of plants, depth radicular, and valuation bromatológica. For this test a design of blocks was used at random, of 4 treatments and three you reply, which correspond: T1 pastures king gras 30 days, T2 pastures king grass 45 days, T3 pastures maralfalfa 30 days and T4 I pasture maralfalfa 45 days of growth, all the treatments with organic fertilization and mineral. For the digestibilidad test improved male guinea pigs of three months of age were used, with a weight average of 900 to 1000 grams. A design irrestrictamente was used at random with 4 treatments, four replicas for treatment, this way: T1 pastures king grass 30 days, T2 pastures king grass 45 days, T3 pastures maralfalfa 30 days and T4 I pasture maralfalfa 45 days of growth. This test included the following variables: digestibilidad coefficients, nutritious total digestibles (N.DT) and nutritious reason. In the behavior test guinea pigs destetos of 15 days of age were used with a weight average of 300 grams. The valued variables were: consumption of dry matter, I increase of weight, nutritious conversion, analysis chemical proximal and partial analysis of costs. A design was used totally at random with 4 treatments and 4 replicas, in the following way: T1 pastures King grass of 30 days optional more supplement (witness) vs T2 Pastures King grass 45 days, T3 pastures maralfalfa 30 days and T4 I Pasture maralfalfa 45 days of growth more concentrated supplement.

It could be proven that there were highly significant statistical differences among the treatments. The results demonstrated that in the agronomic test the yields of the treatment T2 (King grass of 45 days) they were the best, it is so in the production of biomass the T2, he/she obtained a value of 12.39 tms/ha/corte, followed by the T1(10.78) and T4(9.06), the drop in value represents it the T3 with 6.88 tms/ha/corte, in a same way for the area index to foliate the T2 overcomes to the other treatments with 12.98 it continues him the T4, T1 and T3 with 12.09

, 6.71, and 6.18 respectively. With regard to the plant height the T2 represents the best value with 144.37 followed by the T4 (134.4), T1(74.6) and T3 (68.73), on the other hand, the depth radicular of the T2 obtains a value of 27.33 cm, in its order they continue him the T4, T3 and T1 with 26.33, 23.33 and 23.0 respectively. In the composition bromatológica, the age affected in a significant way; when observing the results of the analysis, the King grass overcomes in the two ages of growth to the grass maralfalfa, it is so the biggest content of dry matter the T2 it presents it (25.4%), the biggest value in protein presents it the T1 (King grass of 30 days of age 13.90), for the ash in both grasses is increased to the 45 days, and the components of the cellular wall as raw fiber, FDA and FDN, they also suffer a variation with the age of the plant

The best digestibilidades in the different evaluated fractions was for the treatments T2 and T4, this was attributed to the age, adaptability and to the balance of the nutrients of these forages. In dry matter the T2 presents a value of 69.44% followed by the T4 with 67.20%, the securities, for digestibilidad protein the T2 overcomes to the other treatments with 77.60%, likewise for digestibilidad of ethereal extract the T2 possesses a value of 63.75 they continue him the treatment T1, T4 yT3 with 61.18, 60.89 and 54.35% respectively, in a same way for digestibilidad of raw fiber the T2 (61.60) and T4 (58.66) they overcome to the other treatments. For digestibilidad of the FDA the T2 (72.29) it presents the highest value without statistical differences with the other treatments. With regard to the FDN the T2 (71.74) it presents the best digestibilidad continued by the T4 with 68.57%. The results for hemicelulosa digestibilidad the T2 continues overcoming to the other treatments with 70.21%, for ELN the T4 (75.6) it presents the bigger value followed by the T2 (75.07). Same situation happens with nutritious total digestibles, although statistical differences the T4 and T2 were not presented they present the highest securities respectively with 56.76 and 55.89%. In the results of nutritious reason the T1 (4.30) and T2 (4.43) they represent the best nutritious reason. The results of energy metabolizable and digestible the T2 with 3377.91 kcal/ED and 3040.12 kcal/EM is statistically superior to the other treatments.

The behavior results demonstrated that the animals that received a diet constituted by king fertilized grass of 45 days of age and supplement with 30 g (T2), they presented the best productive yields, in food consumption the T2 (59.04) it overcomes to the treatments T4 (54.63), T1 (52.48) and T3 (50.02). In increment of weight the T2 (8.82) and T4 (8.65) they present higher securities, the same thing happens in nutritious conversion the T2 (4.22) it overcomes to the other treatments.

When revising the economic analysis, the T2 produced the best net income for animal (\$4.985) with regard to the other treatments, and the lowest profitability was presented in the T1 (32.32%) which demonstrated inferior results to the other treatments (T2 39.99%, T4 36.21% and T3 35.32%).

## INTRODUCCIÓN

Los altos costos de producción, sumados a fenómenos climáticos adversos y bajos precios en los productos finales, han contribuido a desestimular las actividades agropecuarias.

Indudablemente, la producción de cuyes es una de las mayores posibilidades para los campesinos del departamento de Nariño, por lo cual se hace necesario explorar nuevos sistemas de alimentación con la finalidad de mejorar los sistemas de producción tradicionales y determinar el método más apropiado para tal fin. Por ello cobran interés las gramíneas de corte de clima medio y cálido, como los pastos king grass y maralfalfa, los cuales presentan altos índices de producción y tienen un contenido de proteína aceptable y su uso en la alimentación se constituyen como una alternativa importante.

En la medida que la producción de cuyes se tecnifica, es necesario aprovechar la tierra más eficientemente; los pastos de corte, caracterizados por su gran capacidad para producir forraje y su persistencia, son cada vez más utilizados. Es así como en esta zona recientemente se viene introduciendo el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) con una gran aceptabilidad por parte de los productores.

El pasto maralfalfa se ha ido estableciendo de manera empírica, sin que existan recomendaciones basadas en estudios técnicos, que permitan saber las condiciones que requiere; por lo tanto, es necesario adelantar estudios sistemáticos que permitan generar información sobre sus características agronómicas y nutricionales.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, se abordó la presente investigación con el objeto de evaluar este forraje, comparándolo con un forraje que reúne características similares, el king grass, en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*).

## **1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.**

Considerando que el cuy es un animal herbívoro que aprovecha múltiples recursos disponibles, permitiéndole una alimentación variada, se debe tener en cuenta que en muy pocos casos se cubre los requerimientos nutricionales necesarios para su crecimiento, desarrollo y reproducción, por esto es necesario suplir las necesidades mediante la utilización de recursos de alto rendimiento y de bajo costo, los cuales deben evaluarse en su calidad nutritiva, para determinar su utilización en la alimentación de cuyes.

Los recursos forrajeros existentes presentan varios problemas, entre los cuales se encuentran: bajo rendimiento, altos costos para su establecimiento, exigentes en fertilización y control de malezas, requieren de un buen manejo y no han desarrollado suficiente adaptabilidad. Por lo tanto, se busca fomentar la producción de cuyes con recursos que suministren al animal los nutrientes que necesite para su normal crecimiento, tal es el caso de pastos mejorados como el maralfalfa, gramínea que se ha propuesto como una alternativa de disminución de los costos de producción animal, del cual no se conoce un estudio en la alimentación de esta especie.

## **2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

Actualmente los sistemas de producción de cuyes presentan inconvenientes en la parte de la alimentación, debido a que los pastos tradicionales utilizados no presentan buen rendimiento nutricional, ya sea en forraje verde o materia seca, además se cosechan cuando no han llegado a tener una óptima cantidad de nutrientes para su posterior uso. Por consiguiente, ante la posibilidad de utilizar algunas gramíneas promisorias nos planteamos el siguiente interrogante: ¿Cuál es la valoración nutritiva de los pastos maralfalfa y king grass, en diferentes estados de crecimiento, en la alimentación de cuyes de engorde?.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar una evaluación comparativa del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) y el pasto king grass (*Pennisetum hybridum*) en diferentes estados de crecimiento en la alimentación de cuyes de engorde.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar las características agronómicas de los pastos maralfalfa y king grass a 30 y 45 días de crecimiento.
- Determinar la digestibilidad aparente de los pastos maralfalfa y king grass en dos estados de crecimiento, 30 y 45 días, en cuyes.
- Realizar una prueba de comportamiento con los pastos maralfalfa y king grass en dos estados de crecimiento en cuyes de levante y engorde.
- Realizar un análisis parcial de costos de cada uno de los tratamientos establecidos en la prueba de comportamiento.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 GENERALIDADES FISIOLÓGICAS DEL CUY

Caycedo menciona que:

El cuy es un animal monogástrico herbívoro capacitado para consumir altas cantidades de forraje por unidad de peso, en el ciego del cuy se realizan fermentaciones de tipo bacteriano, semejantes a las de la panza de los rumiantes, lo que capacita a la especie para digerir celulosa y hemicelulosa por medio de la flora microbial, obteniéndose ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y síntesis de vitaminas del complejo B<sup>1</sup>.

#### 4.1.1 Requerimientos nutricionales del cuy. Según Caycedo:

Para cada fase de desarrollo del cuy se necesitan nutrientes como: proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. Para la fase de crecimiento y engorde de cuyes tipo carne se han logrado buenos incrementos de peso con raciones de 14 a 17 % de proteína, los cuales se pueden suplir con forrajes de buena calidad alcanzando pesos superiores a 800 gramos por animal a los 3 o 4 meses de edad<sup>2</sup>.

#### 4.1.2 Necesidades de proteína y de aminoácidos. Caycedo manifiesta que:

Las proteínas y sus componentes, los aminoácidos, son nutrientes indispensables para el cuy desde la formación del producto de concepción como para lograr buenos pesos al nacimiento y destete, en su crecimiento y desarrollo, de igual manera para la producción de leche y alcanzar una buena fertilidad. Los niveles de proteína en las distintas fases fisiológicas del cuy, se ha logrado adecuados rendimiento con 17 % para crecimiento, 16 % para desarrollo y

---

<sup>1</sup> CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Pasto (Colombia): Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, 1993. p 235.

<sup>2</sup> Ibid. p.22.

engorde y 18 % para hembras en gestación y lactancia, en raciones mixtas con forraje y suplemento concentrado.

Sin embargo, Vergara sostiene que “los niveles mínimos de nutrientes para cuyes en crecimientos y reproducción son 16 % de proteína ”<sup>3</sup>.

Con base en una gran cantidad de dietas balanceadas, se ha determinado que el cuy responde bien a niveles de 0.68 % de lisina en crecimiento y 0.58 % para acabado; 0.43 % de metionina para crecimiento y 0.31 % para acabado. Las necesidades de triptófano están entre 0.16 y 0.20 % para crecimiento y acabado.

Los anteriores requerimientos se suplen con forrajes, algunas gramíneas y leguminosas y con árboles forrajeros que superan el 18 % de proteína. De igual manera, se han venido utilizando materias primas de origen vegetal y animal, cuyos contenidos de proteína están entre 20 y 60 % para elaborar los suplementos <sup>4</sup>.

**Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cuy.**

Nutrientes	Cantidad
Energía digestible (kcal/kg)	2.500
Proteína (%)	16,00
Fibra (%)	15,00
Lisina (%)	0,70
Metionina (%)	0,35-0,64
Cistina (%)	0,36
Met+cis (%)	0,65-0,70
Arginina (%)	1,20-1,26
Triptófano (%)	0,16-0,20
Calcio (%)	0,80
Fósforo (%)	0,60

Fuente: Caycedo (2000, 100)

**4.1.3 Necesidades de energía.** El NRC<sup>5</sup> reporta que los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos, contenido en los alimentos de origen vegetal.

<sup>3</sup> VERGARA, Raúl. Nutrición y alimentación del cuy. Lima (Peru). Universidad de Nacional Agraria. 1992. p.85

<sup>4</sup> CAYCEDO. Op. cit. p.97- 98.

<sup>5</sup> NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requeriments of laboratoy animals. National Academy of Science. Washington. 1978, p.96. (NRC)

El consumo de exceso de energía puede causar una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo. El NRC sugiere un nivel de ED de 3000 kcal/kg de dieta. Al evaluar raciones con diferente densidad energética, se encontró mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética.

#### **4.1.4 Necesidades de agua.** Al respecto, Chauca menciona que:

El agua está indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. El animal la obtiene de acuerdo a su necesidad de tres fuentes: una es el agua de bebida que se le proporciona a discreción al animal, otra es el agua contenida como humedad en los alimentos, y la tercera es el agua metabólica que se produce del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno.

Así mismo la necesidad de agua de bebida en los cuyes está supeditada al tipo de alimentación que reciben. Si se suministra un forraje succulento en cantidades altas (más de 200 g) la necesidad de agua se cubre con la humedad del forraje, razón por la cual no es necesario suministrar agua de bebida. Si se suministra forraje restringido 30 g/animal/día, requiere 85 ml de agua, siendo su requerimiento diario de 105 ml/kg de peso vivo<sup>5</sup>.

**4.1.5 Necesidades de vitaminas y minerales:** según Chauca<sup>6</sup>, el organismo del cuy, al igual que el de otros animales, necesita poca cantidad de vitaminas y minerales para poder subsistir, pero su ingestión debe ser continua y en proporciones ajustadas a los requerimientos, pues su deficiencia puede provocar serias alteraciones y en algunos casos la muerte del animal. Una ración puede contener una elevada cantidad de vitaminas, pero al faltar solo una ocasionaría deficiencia en el organismo del animal con graves repercusiones. Es importante anotar que en una producción de cuyes, es necesario que exista un control en la administración correcta de vitaminas y minerales en la ración. Para ello se debe administrar un pasto adecuado, más un sobre alimento acorde con las necesidades del cuy. En cuanto a calcio y fósforo, en 1.2 % y 0.6 %. Funcionan para crecimiento y engorde, siendo mayores para las fases de gestación y lactancia, donde los animales responden a niveles de 1.4 % y 0.8 % de calcio y fósforo respectivamente.

---

<sup>5</sup> CHAUCA, Lilia. Sistemas de producción de cuyes. En: crianza de cuyes. Serie didáctica. INIA. Lima Perú. 1994. p 86

<sup>6</sup> Ibid. p. 321.

#### 4.1.6 Alimentación de cuyes. Aliaga manifiesta que:

La nutrición juega un papel muy importante en la producción del cuy, circunstancia que se vuelve decisiva a causa de que el cuy crece a mayor velocidad con relación al peso de su cuerpo que los animales domésticos mayores y producen descendencia a más temprana edad. De este modo, es fundamental el conocimiento de las necesidades nutritivas de manera que las raciones que se suministran en las diferentes etapas contengan todos los nutrientes necesarios.

El mismo autor afirma que el suplemento es necesario sobre todo para los cuyes en reproducción y, si es posible, para los animales en crecimiento y engorde. El consumo de este alimento está regulado por la cantidad de forraje que dispone el animal<sup>7</sup>.

Cobo y Fernández afirman que en la alimentación con pasto King grass a voluntad, más 30 gramos de concentrado, se presentó una gran apetencia por el consumo de concentrado, debido a su composición química, con la cual llenaban parte de sus requerimientos nutricionales, realizando un complemento de su dieta con el King grass, lo que determinó el menor consumo de dicho forraje, pero los animales sometidos a esta dieta alcanzaron los mejores incrementos de peso<sup>8</sup>.

Recientemente se ha iniciado el uso del pasto maralfalfa en la alimentación de ganado de leche en zonas lecheras del país, como pasto de corte, aunque su uso no ha estado mediado por información técnica sino, más bien, por la experiencia de campo que han tenido los productores, señalando que es una gramínea 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<sup>9</sup>.

## 4.2 DIGESTIBILIDAD

---

<sup>7</sup> ALIAGA, Luís. Producción de cuyes. Lima: Universidad Nacional del Centro. Facultad de Ciencias Agrarias, 1990. p. 327.

<sup>8</sup> COBO. Jose y Fernández, Armando. Utilización del Ramio (*Bohemeria nivea*) y alfalfa (*Medicago sativa*) en mezcla de pasto Kinggrass (*Saccharum sinense*) y Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en alimentación de cuyes de engorde. Pasto. Colombia, 1995 p 49. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>9</sup> Ramírez G. Pasto maralfalfa, un manjar para hatos ganaderos. En: El Colombiano.(jul 23 – 2003)

De acuerdo con Church y Pond:

La digestibilidad es la desaparición del alimento en el aparato digestivo; sin embargo, una definición más amplia incluye la absorción al mismo tiempo que la digestión. La información sobre la digestibilidad se utiliza en forma muy extensa en la nutrición de los animales, para evaluar los alimentos o estudiar la utilización de los nutrimentos, la digestibilidad es muy variable ya que en un mismo alimento proporcionado a un mismo animal no siempre se digiere en la misma cantidad. Varios factores pueden alterar el grado de digestión, dentro de los cuales se encuentran el nivel de consumo del alimento, los trastornos digestivos, frecuencia de la alimentación, deficiencia de nutrimentos, procesamiento de los alimentos y otros efectos relacionados con los nutrientes (efectos no aditivos de la combinación de diferentes alimentos)<sup>10</sup>.

Según Caycedo:

La escogencia o selección de un forraje o alimento para cuyes que pueda suplir adecuadamente sus necesidades nutricionales depende no solo del conocimiento que tenga de su composición química, de su disponibilidad en el medio, palatabilidad, sino además en el grado de aprovechamiento que el animal tenga del alimento, o sea de su digestibilidad. El consumo del alimento puede estar influenciado por el tipo de forraje, nivel energético, consumo voluntario del alimento, temperatura ambiental, comportamiento individual, estrés y otros. Generalmente, cuando el cuy consume un forraje, parte es digerida o aprovechada y otra es eliminada por las heces, es decir, indigestibles y es así como todos los alimentos tienen diferente grado de digestibilidad, de acuerdo al grado de crecimiento o madurez de los mismos, por una parte y por otra, estará de acuerdo con la edad y tipo de animal que lo consuma. En conclusión, para poder juzgar el valor nutritivo de un alimento se debe tener en cuenta las transformaciones que en el organismo pueden sufrir y, por último, la capacidad productiva. Es necesario considerar el punto de vista químico, fisiológico y económico<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> CHURCH, D y POND, W. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales, 6 ed, México: UTEHA, 1988, p. 43

<sup>11</sup> CAYCEDO. Op. cit. p. 114, 115.

**4.2.1 Digestibilidad in vivo.** Church. D. y Pond.W. mencionan que “Es una medición de la proporción de la dieta que no aparece en las heces, es el método más sencillo para determinar el valor nutritivo de un alimento, consiste en determinar la cantidad de principios nutritivos digestibles que pueden suministrar el forraje mediante el empleo de animales”<sup>12</sup>.

Los mismos autores<sup>13</sup> señalan que para realizar la prueba de digestibilidad, el procedimiento es el siguiente:

Los animales son alimentados con una dieta de composición conocida durante un periodo de tiempo de varios días, durante los cuales se recogen las heces que son analizadas para determinar los componentes que interesan, consiste en la recolección de alimento y heces para lograr una medición directa de la digestibilidad aparente, se calcula por medio de la siguiente formula:

$$D.A = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente en heces}}{\text{Nutriente ingerido}} * 100$$

D.A = Digestibilidad Aparente

### 4.3 CARACTERÍSTICAS DEL PASTO MARALFALFA (*Pennisetum sp*)

**4.3.1 Origen.** Aún es incierto el origen del denominado pasto maralfalfa. Una teoría es la siguiente:

Una referencia es la del padre jesuita José Bernal S.J.:

El 4 de Octubre de 1965 el padre José Bernal, utilizando su Sistema Químico Biológico S.Q.B, cruzó el pasto elefante *napier*, *Pennisetum purpureum* (originario del África) y la grama, *Paspalum macrophyllum* y obtuvo una variedad que denomino gramafante.

El 30 de Junio de 1969, utilizando el mismo sistema químico Biológico S.Q.B., cruzó los pastos gramafante (elefante y grama) y guaratara del llano, *Axonopus purpussí* y obtuvo la variedad que denomino maravilla o gramatara.

Después el padre José Bernal Restrepo, utilizando nuevamente su Sistema Químico Biológico S.Q.B. cruzó el pasto maravilla o gramatara y la alfalfa Colombia (alfalfa peruana, *Medicago sativa*) con el pasto Brasileiro (*Phalaris azudinacea Linn*) y el pasto resultante lo denomino maralfalfa<sup>14</sup>.

---

<sup>12</sup> CHURCH. D. y POND.W. Op. cit.p.53

<sup>13</sup> Ibíd, p 462.

<sup>14</sup> <URL:http://www.maralfalfa.com/spanish/origen.html

Cabral Helio afirma que:

El pasto maralfalfa es un forraje mejorado cuyo origen no está bien esclarecido. En la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de Antioquia, se han iniciado algunos estudios de este pasto conocido bajo el nombre científico de *Penissetum sp*, un híbrido de la misma familia del pasto elefante (*Penissetum purpureum*). Este pasto es de origen colombiano, fue obtenido como resultado final de los cruces entre diferentes variedades de pastos: en 1965, al cruzar el pasto elefante napier, *Pennisetum purpureum* (originario de África) y la grama (*Paspalum macrophyllum*), se obtuvo una variedad denominada gramafante; en 1969, se cruzaron los pastos gramafante (elefante y grama) y guaratara del llano (*Axonopus purpussí*), y se obtuvo la variedad que se denominó maravilla o gramatara. Finalmente, al cruzar el pasto maravilla o gramatara y la alfalfa Colombia (alfalfa peruana (*Medicago sativa*) x pasto brasilero (*Phalaris azudinacea*) se obtuvo un pasto al que se denominó Maralfalfa<sup>15</sup>.

**4.3.2 Características morfológicas.** En el foro ZOO TECNO CAMPO se menciona que:

Las gramíneas, como familia, son fácilmente reconocidas pero resulta difícil distinguir los diferentes géneros y especies. Incluso, para los botánicos más versados y experimentados resulta complicado poder establecer con claridad la clasificación taxonómica de muchas gramíneas. Tal es el caso de la maralfalfa (*Pennisetum sp*). Esto se debe posiblemente a que la mayoría de las gramíneas no posee perianto y, si lo tienen, es muy reducido y además, presentan un ovario muy simple. Así, estas dos características tan importantes para las dicotiledóneas, son casi completamente inexistentes en las gramíneas. Mientras que dicha ausencia está compensada por otras características; éstas, a su vez, no son tan evidentes<sup>16</sup>.

**4.3.3 Adaptación.** Según AGROVET, "Se adapta desde el nivel del mar hasta los 3000 metros, en suelos con fertilidad media a alta, con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. Sin embargo, su desarrollo es menor al

---

<sup>15</sup> GANADERÍA DE LECHE. Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades (Parte Primera). (Colombia) 2004 [Citado 08-09-05] Disponible en Internet : <URL:[http://www.Ergomix.org/Ganadería de leche/forrajes.html](http://www.Ergomix.org/Ganadería%20de%20leche/forrajes.html)>

<sup>16</sup> FORO ZOO TECNO CAMPO. Cultivo de pasto maralfalfa.[en línea](Colombia) 2004 [Citado 03-09-05] Disponible en Internet : <URL:[http://www.Zoo tecno campo .org/pasto -forrajes .2004.html](http://www.Zoo%20tecno%20campo.org/pasto%20-forrajes.2004.html)>.

aumentar la altura sobre el nivel del mar, más allá de los 2000 m.s.n.m, lo mismo que los rendimientos”<sup>17</sup>.

#### **4.3.4 Siembra.** Hajduk comenta que:

Para la siembra se emplea semilla vegetativa. Como recomendaciones generales, lo mismo que para otras especies, el suelo destinado para la siembra debe estar lo más suelto posible (arar y rastrillar). Se recomienda sembrar a cincuenta centímetros (50 cm.) entre surcos, y preferiblemente dos (2) cañas paralelas a máximo tres centímetros (3cms) de profundidad. Debe suministrarse riego mínimo dos (2) veces por semana durante el primer mes; luego mínimo cada diez (10) días<sup>18</sup>.

**4.3.5 Fertilización.** Rojo y Ruiz<sup>20</sup> afirman que responde bien a la aplicación de materia orgánica y a la humedad sin encharcamiento, después de cada corte recomiendan aplicar 1 bulto de urea, un bulto de cloruro de potasio, y dos bultos de abono orgánico por hectárea.

**4.3.6 Corte.** Osorio<sup>21</sup> menciona que para el primer corte se debe dejar espigar todo el cultivo, los siguientes cortes se hace cuando la planta alcance un 10 % de espigamiento.

**4.3.7 Producción por m<sup>2</sup>.** Según MOLINA<sup>22</sup>, la producción de FV promedio durante el período de evaluación fue de 28.82, 34.63 y 43.12 ton/ha a los 35, 45 y 60 días de crecimiento; de igual manera, para estos días, la producción de materia seca fue de 3.95, 6.3 y 9.69 toneladas por hectárea.

**4.3.8 Enfermedades y usos.** Texeira y Andrade reportan que “Los hongos que se presentan, se combaten aumentando a 4 bultos de cloruro de potasio por hectárea. En cuanto a los usos, se puede suministrar fresco o ensilado, es

---

<sup>17</sup> AGROVET. Plantación maralfalfa [en línea] (Colombia) 2005 [Citado 04-09-05 ] Disponible en Internet :  
<URL:<http://www.Agrovet.org/cultivos.html>>.

<sup>18</sup> HAJDUK W. Reseña de la maralfalfa. En: memorias del I seminario nacional del pasto maralfalfa. 2004, Medellín. p.14.

<sup>20</sup> ROJO A, Y RUIZ A. Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal. INIA.Madrid,España.2002,p23.

<sup>21</sup> OSORIO F. Efecto del manejo alimentario sobre el sistema especializado de producción lechera. En: Memorias Seminario Nacional de Lechería Especializada: Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad. 2004, p 45.

<sup>22</sup> MOLINA E. Shirley J. Evaluación agronómica y bromatológica del pasto maralfalfa cultivado en el valle del Sinú. Medellín. 2005, p156. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

preferible dejarlo secar por dos o tres días antes de picarlo, tanto para ganado de leche como de carne”<sup>23</sup>.

#### 4.3.9 Valor nutritivo. Báez afirma que:

El pasto maralfalfa posee un 17 % de proteína, su contenido puede ser inferior dependiendo de muchos factores, especialmente la fertilización y el riego. Se llegó a encontrar contenidos de proteína inferiores al 6% en un cultivo de maralfalfa que no fue fertilizado luego del corte; por lo que se deben considerar los niveles de fertilización a los que debe someterse el cultivo a fin de incrementar los rendimientos de biomasa, factor que la mayoría de veces no se tiene en cuenta al momento de comparar éste con otros pastos, que quedan en desventaja debido al manejo deficiente que se les dá y a la pobre o deficiente fertilización que se les realiza.\*

**Tabla 2. Análisis químico del pasto maralfalfa a diferentes edades.**

Edad (Días)	% PC Prom.	% CEN	% EE	% FDA	% FDN	% DIVMS
35	12.46	14.93	2.10	39.20	60.58	72.92
45	10.80	11.26	1.87	42.35	67.27	69.79

Fuente: Lab. Bromatología. Universidad Nacional. Sede Medellín 2005.  
DIVMS= Digestibilidad in Vitro de la materia seca.

#### 4.4 CARACTERÍSTICAS DEL PASTO KING GRASS (*Pennisetum hybridum*)

4.4.1 Origen. Serna<sup>24</sup> menciona que se cultiva principalmente en China y Japón; se cultivó en forma extensa antes de la introducción de las cañas para la producción de azúcar. Es quizás la especie de corte más empleada en Colombia y en otros países tropicales.

#### 4.4.2 Descripción y hábitos. White y Cooper describen que:

Es una especie perenne, erecta de hasta 4.5 metros de altura, rustica y vigorosa, de maduración temprana y de gran adaptabilidad, forma macollas y produce gran número de tallos por planta, tallos de 13 a 15 milímetros de espesor, con nudos bronceados y forma de bobina de

<sup>23</sup> TEXEIRA JC y ANDRADE G. Carbohidratos na alimentação de ruminantes. En: II Simpósio de Forragicultura e Pastagens – NEFOR – UFLA. 2001, p.58.

\* ENTREVISTA con Guillermo Báez, Gerente SURTEGRAL. Pasto (Colombia), 3 de septiembre de 2005.

<sup>24</sup> SERNA. R. Pasto king grass (*Saccharum sinense*). Bogotá, Colombia. En: Carta ganadera. Vol. 6 .2002. p.35

gran flexibilidad cuando jóvenes y rígidos en la madurez, entrenudos largos, de 15 a 20 centímetros y cubiertos por las vainas<sup>25</sup>.

**4.4.3 Adaptación.** Skerman y Riveros<sup>26</sup> indican que es una gramínea que se cultiva desde 0 a 2000 m.s.n.m. Precipitación 750 a 2000 mm por año. Temperatura de 17 a 32 grados centígrados.

**4.4.4 Propagación y siembra.** Serna afirma que:

Si bien el king grass se puede propagar por semilla, la producción y la germinación de ésta es baja, por lo que la propagación vegetativa a partir de estacas y tallos enteros es el sistema tradicionalmente empleado para la siembra, las prácticas de cultivo son similares a las utilizadas con el *Penisetum purpureum* (pasto elefante) o el *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), es necesario aplicar correctivos y fertilizantes al momento de la siembra<sup>27</sup>.

**4.4.5 Fertilización.** Vargas comenta que:

A pesar de la rusticidad de la especie, la respuesta a la fertilización es muy positiva, especialmente al final de la época de lluvias, se considera que el king grass es una planta que, por su alta producción de forraje, extrae gran cantidad de nutrientes, principalmente nitrógeno y potasio, en menor proporción fósforo y otros elementos. Por lo general, se siembra con un fertilizante completo de grado 10 – 30 – 10 ó similar, a razón de 200 a 400 kg por hectárea y una aplicación adicional de 100 a 200 Kg. de nitrógeno durante la fase de crecimiento<sup>28</sup>.

**4.4.6 Calidad del forraje y producción por m<sup>2</sup>.** Vargas recomienda que:

Para la alimentación de cuyes debe cosecharse entre 0.80 a 1 metro de altura. La calidad de forraje de esta gramínea se considera aceptable y similar a la de otras gramíneas forrajeras tropicales. En Ibagué - Tolima, un estudio realizado para evaluar el valor nutritivo de la gramínea a diferentes edades, estableció los siguientes resultados<sup>29</sup>:

---

<sup>25</sup> WHITE; R., Moir, TRG y COOPER; J. Las gramíneas en la agricultura. Organización de las Naciones para la Agricultura y Alimentación. FAO. Italia. 1999, p.464

<sup>26</sup> SKERMAN, P. y RIVEROS, F. Gramíneas tropicales. FAO. Producción y protección vegetal. 1997, p. 849

<sup>27</sup> SERNA. R, Op. Cit, p.38

<sup>28</sup> VARGAS, B. Tres distancias de siembra y tres niveles de nitrógeno en king grass. Bogotá, Colombia. En: Pastos tropicales. vol 45. 1993. p44.

<sup>29</sup> Ibíd, p 60.

**Tabla 3. Análisis bromatológico del pasto King grass (*Pennisetum hibrydum*)**

Análisis químico (%)	35 días	42 días	49 días	56 días	63 días
Materia seca	23.32	24.9	28.9	31.4	34.0
Proteína	13.24	10.6	10.6	8.1	7.2
Extracto etéreo	5.64	4.9	5.0	3.9	3.6
Fibra cruda	27.67	29.9	30.7	29.7	32.1
Ceniza	11.62	9.3	10.5	12.2	12.9
ELN	41.4	44.8	43.2	46.0	44.3
NDT	72.0				59.0

Fuente: Vargas 1998.

**4.4.7 Usos.** Según Guzmán, “fundamentalmente, este pasto de corte (forraje verde) se debe cosechar temprano para obtener un forraje de alta digestibilidad y con adecuada cantidad de nutrientes, para suministrarlo picado y fresco al ganado, ensilado”<sup>30</sup>.

**4.4.8 Control de malezas.** Bernal<sup>31</sup> afirma que, bien establecida, es muy competitiva con las malezas. En la etapa de establecimiento se puede realizar un control con azadón entre surcos del cultivo.

**4.4.9 Plagas y enfermedades.** Según Mundo Pecuario:

Como consecuencia de un manejo inapropiado, los forrajes son atacados por una serie de enfermedades que causan la disminución de su calidad. Estas enfermedades son causadas por bacterias, hongos, virus o deficiencias nutricionales en el terreno sobre el cual están sembradas.

Para evitar su aparición se recomienda:

- Utilizar el pasto más apropiado según el clima y el suelo del sector.
- Realizar las fertilizaciones pertinentes en la época adecuada.

Los insectos atacan los pastos en diferentes etapas de su desarrollo, durante el periodo de establecimiento son más comunes los gusanos comedores de follaje, mientras que en bancos forrajeros ya establecidos se encuentran chinches, candelillas y hormigas con más frecuencia.

<sup>30</sup> GUZMÁN, P. Pastos y forrajes de Colombia. 2ª Ed. Bogotá, Colombia: Editores. 1998 p. 448

<sup>31</sup> BERNAL. Jorge. Pastos y forrajes tropicales. 3ª Ed. Bogotá, Colombia. Buda. 1994. p44.

Para controlar la proliferación de plagas es importante realizar una fertilización con abonos orgánicos preparados adecuadamente e impedir el acolchonamiento de pastos <sup>32</sup>.

---

32 Enfermedades que dañan los pastos.[en línea] (Colombia) [Citado 20-05-2008] Disponible en Internet:

[URL:http://www.mundo-pecuario.com/tema195/enfermedades.html](http://www.mundo-pecuario.com/tema195/enfermedades.html)".

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en la Vereda Arrayanes, municipio de Nariño, departamento de Nariño, ubicado a 30 Km. de la ciudad de Pasto, situado a una altura de 2250 m.s.n.m, con una temperatura de 13 - 18 ° C y una precipitación entre 500-1000 mm al año<sup>33</sup>.

La investigación se desarrolló en tres etapas: Evaluación agronómica, Prueba de digestibilidad *in vivo* y Prueba de comportamiento en cuyes, utilizando los pastos king grass y maralfalfa.

### 5.2 EVALUACIÓN AGRONÓMICA

Inicialmente, se tomó una muestra de suelo representativa del terreno para analizar su composición físico – química con el fin de determinar su materia orgánica (por el método Walkley- Blas, Calorimétrico), dureza, estructura, pH (Potenciómetro Relación Suelo: Agua 1:1), nitrógeno, fósforo (Bray II) y potasio. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de suelos de la Universidad de Nariño, cuyos resultados aparecen en la tabla 3.

Dentro de la prueba agronómica se evaluaron las variables: producción de biomasa, índice de área foliar, altura de plantas, profundidad radicular, con los cuales se obtuvo una información detallada de dichas variables que posibilitó la comparación con otras gramíneas establecidas en la región.

De acuerdo al análisis físico – químico del suelo, se determinó las cantidades de los nutrientes necesarios para los cultivos a establecer. En seguida se procedió a efectuar una labranza mínima al suelo, que constó de una arada y rastrillada. Luego se procedió a aplicar un herbicida con el fin de erradicar las malezas que puedan competir con el cultivo, y se realizó las divisiones correspondientes para cada uno de los tratamientos, con un área de 12m x 10m para los dos pastos.

Posteriormente se realizó la siembra de los pastos, dos cañas paralelas con tres nudos, en surcos con una distancia 50 cm. entre ellos y a una profundidad de 3 cm.

---

<sup>33</sup> E.O.T. Municipio de Nariño. Alcaldía Municipal, Colombia, 2000. p 23.

La fertilización se hizo con abono orgánico, 60 Kg. (gallinaza y compost de estiércol de cuy) en proporciones iguales, e inorgánico (urea, fosforita y cloruro de potasio), teniendo en cuenta los análisis de los suelos, y en base a 100 kg de urea/ha/año, 15 kg fosforita/ha y 6 kg de cloruro de potasio/ha (Anexo 39); igualmente se llevó a cabo el seguimiento del cultivo hasta concluir con las respectivas evaluaciones.

### 5.2.1 Tratamientos

T1: Pasto king grass 30 días + fertilización mixta  
T2: Pasto king grass 45 días + fertilización mixta  
T3: Pasto maralfalfa 30 días + fertilización mixta  
T4: Pasto maralfalfa 45 días + fertilización mixta

**5.2.2 Diseño experimental y análisis estadístico.** Para esta prueba se utilizó un diseño de bloques al azar, que consta de cuatro tratamientos con tres bloques cada uno, con las siguientes medidas: 4 metros de ancho y 5 de largo.

La información obtenida se procesó con el programa SAS; el análisis se obtuvo mediante los procedimientos de análisis de varianza, la comparación de medias para efecto simples y las interacciones se realizó mediante la prueba de Tukey<sup>34</sup>.

### 5.2.3 Planteamiento de Hipótesis

Hipótesis nula:  $H_0 = \mu = \mu_2 = \dots \mu_T$ . La media de los tratamientos es igual.

No hay diferencias estadísticas significativas.

Hipótesis alterna:  $H_a = \mu \neq \mu_2 \neq \dots \mu_T$

La media de los tratamientos no es igual.

Por lo tanto, la época de corte de los tratamientos es diferente, al menos uno de los tratamientos muestra diferencias estadísticas significativas.

**5.2.4 Modelos propuestos.** Para la respuesta agronómica del forraje se propuso el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + B_j + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Respuesta de  $i$ ésimo bloque que recibe el  $j$ ésimo tratamiento.

$\mu$  = Media del experimento.

$\tau_i$  = Efecto de  $i$ ésimo tratamiento.

$B_j$  = Efecto del bloque tratamiento.

$E_{ij}$  = Error experimental

---

<sup>34</sup> LEGARDA, L, LAGOS, T y VICUÑA, E. Diseño de experimentos agropecuarios, Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia.2001, p 102 , 103

## 5.2.5 Variables a evaluar

**5.2.5.1 Producción de biomasa.** La biomasa fresca se determinó midiendo la producción de forraje verde por metro cuadrado. Para lo cual se tomó 10 muestras al azar, empleando un marco cuadrado de dimensiones 0.20 X 0.20 metros, se pesó la cantidad de forraje de las muestras, se promedió y se extrapoló a la área de estudio <sup>35</sup>.

**5.2.5.2 Índice de área foliar (IAF).** Para el cálculo de esta variable se tuvo en cuenta la metodología propuesta por Bernal<sup>36</sup>, según la cual el área foliar se define por unidad de superficie de terreno o de metros cuadrados del área foliar sobre un metro de terreno. Se tiene en cuenta la relación hoja: tallo y la producción de biomasa por unidad de área.

**5.2.5.3 Altura de plantas.** Se midió la longitud de las plantas desde el cuello de la raíz hasta la punta de la yema terminal.

**5.2.5.4 Profundidad radicular.** Las mediciones se realizaron excavando el horizonte agrícola del suelo en forma perpendicular hasta encontrar las puntas de las raíces más largas, teniendo en cuenta la textura del suelo (dureza) que puede influir en la profundidad de dichas raíces.

**5.2.6 Valoración bromatológica.** La valoración bromatológica se realizó mediante análisis proximal de Weende para materia seca, de Kedjhal para proteína y de Van Soest para fibra (FDN; FDA; hemicelulosa y celulosa), la energía bruta se determinó por el método calorimétrico<sup>37</sup>.

## 5.3 PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD

**5.3.1 Animales.** Para la investigación fue necesario disponer de 16 cuyes machos mejorados de 3 meses de edad, con un peso promedio de 900 a 1000 gr procedentes de la finca Arrayanes.

**5.3.2 Instalaciones y equipos.** Para llevar a cabo el experimento se dispuso de 16 jaulas metabólicas de forma rectangular con su respectivo comedero, piso de malla con el fin de facilitar la recolección de heces y orina, con un mecanismo especial que permitió la separación de estos residuos; las dimensiones de las jaulas fueron las siguientes: ancho 34 cm, altura de 84 cm y largo 34 cm. La

---

<sup>35</sup> DONALD. P. Nutrición Animal. ed, ACRIBIA. Zaragoza. España. 1995,p 518

<sup>36</sup> BERNAL, J. Op. cit. p. 23.

<sup>37</sup> AOAC. Op. cit. p.78

longitud del recipiente recolector de heces fue de 34 cm de ancho por 34 cm de largo con una altura de 3 cm.

Los equipos que se utilizaron fueron: balanza de reloj de una capacidad de 10 Kilogramos para pesar las materias primas, balanza gramera con capacidad de 1500 gramos para el pesaje de animales, pasto y suplemento; implementos de aseo, lavado y desinfección de las jaulas y pisos.

**5.3.3 Alimentación.** Constituída básicamente de forraje king grass y maralfalfa en diferentes estados de crecimiento, de acuerdo a cada uno de los tratamientos planteados, procedentes de la parcela del estudio agronómico. El suministro del alimento fue de dos veces al día, pesando diariamente la cantidad de 400 gramos por animal, de la misma manera se pesó el forraje rechazado por el animal.

#### **5.3.4 Tratamientos**

T1: Pasto king grass de 30 días de crecimiento

T2: Pasto king grass de 45 días de crecimiento

T3: Pasto maralfalfa de 30 días de crecimiento

T4: Pasto maralfalfa de 45 días de crecimiento

**5.3.5 Diseño experimental y análisis estadístico.** El diseño empleado fue irrestrictamente al azar (DIA) con cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) réplicas por tratamiento, cada uno con un animal, para un total de 16 animales. Se realizó el análisis de varianza para las variables:

$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$ , donde:

$Y_{ij}$  = Respuesta de la variables del tratamiento y, repetición j.

$\mu$  = Media general del experimento.

$T_i$  = Efecto del tratamiento i

$E_{ij}$  = Componente aleatorio llamado error experimental para el tratamiento i, repetición j.

**5.3.6 Formulación de hipótesis.** Se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula:  $H_0 = \mu_{T1} = \mu_{T2} = \dots \mu_{Tn}$

No hay diferencias estadísticamente significativas en las variables evaluadas.

Hipótesis alterna:  $H_a = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \mu_{Tn}$

Por lo menos, uno de los tratamientos muestra diferencias estadísticamente significativas en los promedios de las variables a evaluar.

**5.3.7 Etapa preexperimental.** El método a utilizar en el presente trabajo fue el llamado método de digestibilidad *In Vivo*, sistema directo.

Los animales se colocaron individualmente en cada jaula, previo sorteo del sitio de ubicación que le correspondió como tratamiento y réplica; con el fin de adaptar los animales a las jaulas y condiciones de manejo, se tuvo un preensayo de siete días, en los cuales se determinó el peso inicial, el consumo de forraje, rechazo de alimento, se retiró los sobrantes, material pisoteado y contaminado con orina.

**5.3.8 Etapa experimental.** Al iniciar esta etapa se pesó nuevamente los animales, y se les suministró la cantidad de alimento determinada en la etapa preexperimental, en dos raciones diarias. Esta etapa tuvo una duración de 9 días, al final de los cuales se pesaron los animales. Las prácticas de suministro de alimento se realizaron todos los días a la misma hora, de la siguiente manera: corte del forraje, oreo del mismo, se retiró el material sobrante y pisoteado por el animal, además del contaminado por orina, luego se realizó el respectivo pesaje, tanto del alimento rechazado como del que fue consumido por los animales.

Por otra parte, las heces se recolectaron y pesaron en bolsas de papel e inmediatamente se colocaron en la estufa, para realizar el respectivo análisis de materia seca parcial.

### **5.3.9 Técnicas de campo**

**5.3.9.1 Recolección de heces.** Cada 12 horas se recogieron las heces de cada animal, se pesaron y se colocaron en una estufa a una temperatura de 65 grados centígrados para mantener la materia seca parcial y la determinación de la materia seca total, que se realizó a una temperatura de 105 grados centígrados, durante 4 horas. Al final del ensayo se homogenizaron las excretas de los animales para su análisis químico.

**5.3.9.2 Plan de manejo.** Se efectuó una limpieza de las jaulas metabólicas con agua y jabón, luego se desinfectó con un producto comercial a base de yodo, en una proporción de 1:500.

Antes de iniciar el ensayo y previo diagnóstico, se desparasitaron los animales con un producto comercial cuyo principio activo es febendazole para controlar parásitos internos y externos.

De esta manera y de acuerdo al sistema individual de manejo de animales, se mantuvo un estado de sanidad adecuado y unidades experimentales homogéneas.

**5.3.10 Análisis químico.** El análisis se efectuó por medio de dos métodos: el análisis de materia seca, ceniza, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno por medio del método de Weende, para proteína por el método de Kedjhal y energía del alimento mediante el método calorimétrico, y de Van Soest para fibra detergente neutro, fibra detergente ácido para las heces.

Los análisis químicos, tanto para dieta como para las heces, se realizaron en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño.

### 5.3.11 Variables a evaluar

**5.3.11.1 Coeficiente de digestibilidad (C.D).** Se calculó mediante la siguiente fórmula.

$$C.D = \frac{\text{Material ofrecido} - \text{material excretado}}{\text{Material ofrecido}} * 100$$

**5.3.11.2 Nutrientes digestibles totales (NDT).** Se determinó mediante la siguiente formula:

$$NDT = (P.D \text{ proteína} \times 1) + (P.D \text{ EE} \times 2.25) + (P.D \text{ ELN} \times 1) + (P.D \text{ Fibra} \times 1)$$

NDT = Nutrientes Digestibles Totales

P.D = Principio Digestible

E.E = Extracto Etéreo

ELN = Extracto Libre de Nitrógeno

**5.3.11.3 Principios digestibles.** Se calculó para cada nutriente así:

$$P.D = \frac{C.D \times \text{Análisis químico}}{100}$$

P: D = Principio Digestible

C.D = Coeficiente de Digestibilidad.

5.3.11.4 Razón nutritiva. Se obtuvo así:

$$R.N = \frac{NDT - P.D \text{ Proteína}}{P.D \text{ Proteína}}$$

R.N = Razón nutritiva

NDT= Nutrientes Digestibles Totales

P.D = Principio digestible

## 5.4 PRUEBA DE COMPORTAMIENTO (levante y engorde)

**5.4.1 Animales.** Para la investigación se dispuso de 64 cuyes machos mejorados, destetos, de 15 días de edad, con un peso promedio de 300 gramos.

**5.4.2 Instalaciones y equipos.** Para llevar a cabo el experimento se dispuso de 16 jaulas de 0.50 metros de ancho por 0.35 metro de largo, por 0.40 metros de alto y un piso de malla de 2 centímetros de diámetro, cada una provista de una pastera y un comedero.

Una báscula con capacidad de 10 kilogramos para pesar pasto y suplemento. Balanza gramera con capacidad de 1500 gramos para el pesaje de animales; implementos de aseo, lavado y desinfección de las jaulas y pisos.

**5.4.3 Alimentación.** Estuvo constituida básicamente de forraje king grass y maralfalfa en diferentes estados de crecimiento, de acuerdo a cada uno de los tratamientos planteados. Previamente se realizó un periodo de acostumbramiento, el suministro del alimento fue de dos veces al día, pesando diariamente el alimento ofrecido y rechazado. La cantidad de suplemento a suministrar fue de 20 gr en levante y 30 gr en engorde con 20% de proteína.

### 5.4.4 Tratamientos

T1: Pasto king grass de 30 días de crecimiento + suplemento.

T2: Pasto king grass de 45 días de crecimiento + suplemento.

T3: Pasto maralfalfa de 30 días de crecimiento + suplemento.

T4: Pasto maralfalfa de 45 días de crecimiento + suplemento.

**5.4.5 Diseño experimental.** El diseño empleado fue irrestrictamente al azar con cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) réplicas por tratamiento, cada uno con cuatro animales, para un total de 64. El análisis se realizó mediante el procedimiento de análisis de Varianza y prueba de Tukey para las variables:

El modelo estadístico fue el siguiente:

$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$ , donde:

$Y_{ij}$  = Respuesta de la variables del tratamiento  $i$ , repetición  $j$ .

$\mu$  = Media general del experimento.

$T_i$  = Efecto del tratamiento  $i$

$E_{ij}$  = Componente aleatorio llamado error experimental para el tratamiento  $i$ , repetición  $j$ .

**5.4.6 Formulación de hipótesis.** Se plantearon las siguientes hipótesis.

Hipótesis nula:  $H_0 = \mu_{T1} = \mu_{T2} = \dots = \mu_{Tn}$

No hay diferencias estadísticamente significativas en las variables evaluadas.

Hipótesis alterna:  $H_a = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_{Tn}$

Por lo menos uno de los tratamientos muestra diferencias estadísticamente significativas en los promedios de las variables a evaluar.

**5.4.7 Aspectos sanitarios.** Para efectuar este trabajo se llevó a cabo el lavado y desinfección de los equipos con un producto a base de yodo, luego se procedió a la limpieza de pisos, paredes y techo utilizando agua a presión y cepillo, luego se pintó con cal.

Al iniciar las etapas de experimentación y previo diagnóstico, los animales fueron desparasitados con un producto comercial a base de febendazole para el control de parásitos gastrointestinales, y para el control de parásitos externos se empleó un producto comercial a base de metil – carbamato en dosis de 100 gr por 1 litro de agua por inmersión.

#### **5.4.8 Variables a evaluar**

**5.4.8.1 Consumo de materia seca:** A cada tratamiento se le determinó el consumo diario de alimento, mediante la diferencia entre el alimento ofrecido menos el rechazado y el desperdicio.

**5.4.8.2 Incremento de peso:** Se determinó mediante la diferencia entre el peso final y el peso inicial de cada periodo.

**5.4.8.3 Conversión alimenticia:** Se calculó teniendo en cuenta el consumo de materia seca tanto del pasto como del suplemento y el incremento de peso durante el periodo experimental.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{consumo de materia seca}}{\text{Incremento de peso}}$$

**5.4.8.4 Ganancia diaria de peso:** Se obtuvo dividiendo el incremento de peso sobre el periodo experimental en días.

**5.4.9 Análisis químico proximal.** El análisis de los pastos se realizó a través del análisis bromatológico, y las heces por medio del método de Van Soest.

**5.4.10 Análisis parcial de costos.** Para determinar los costos reales y los beneficios económicos, se tuvo en cuenta los costos fijos y los costos variables.

**5.4.10.1 Costos fijos:** Costos de animales, mano de obra, droga, administración.

**5.4.10.2 Costos variables:** Costos del pasto y del suplemento alimenticio.

**5.4.10.3 Ingresos:** venta de animales.

Los datos anteriores sirvieron como base para la determinación del ingreso bruto y del ingreso neto de los diferentes tratamientos y el análisis de la rentabilidad obtenida en cada uno de ellos.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 EVALUACIÓN DE VARIABLES AGRONÓMICAS

Los resultados obtenidos en las variables agronómicas aparecen en la Tabla 5. Las respectivas varianzas se muestran en las tablas de los anexos 1 - 38; para mayor claridad y objetividad, la discusión se centra sobre los resultados promedios de todas las variables al final del experimento.

#### 6.1.1 Análisis físico químico del suelo

En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis químico del suelo donde se llevó a cabo el experimento. Se puede observar que las condiciones de pH del suelo tiene un valor de 5.2, que corresponde a un suelo ácido, para lo cual fue necesario corregir con cal para lograr la modificación del pH.

El contenido de materia orgánica es esencial para la fertilidad de los suelos, proporcionando unas condiciones físicas, químicas y biológicas favorables para el crecimiento de los forrajes.

**Tabla 4. Análisis físico - químico del suelo donde se llevó a cabo el experimento.**

Muestra	Unidad	Valor
pH,		5.2
Materia Orgánica	%	17.8
Densidad Aparente	g/cc	0.8
Fosforo (P)	ppm	4
Capacidad de Intercambio Cationico (CIC)		47.6
Calcio de Cambio	meq/100g	1.7
Magnesio de Cambio	meq/100g	0.40
Potasio de Cambio	meq/100g	0.33
Aluminio de Cambio	meq/100g	1.70
F= Franco- Ar = Arcilloso- A = Arenoso		F
Nitrógeno Total	%	0.62
Carbono Orgánico	%	10.30

Fuente: Laboratorio de suelos Universidad de Nariño

En las fotografías 1, 2 y 3 se observa la preparación de estacas, siembra en el área de estudio, identificándose el sistema de siembra y el brote de las plantas.

**Fotografía No. 1 Preparacion de estacas.**



**Fotografía No. 2 Siembra de pastos maralfalfa y king grass.**



### Fotografía No. 3 Brotes de las plantas.



**6.1.2 Producción de biomasa seca.** En la Tabla 5 y Figura 1 se presentan los datos correspondientes a esta variable. El análisis de varianza (Anexo 1) indica que existen diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ):

La prueba de Tukey (Anexo 2) muestra que el T2 supera a los demás tratamientos con 12.39 Tms/ha/corte seguido del T1 y T4, con 10.78, 9.06 Tms/ha/corte respectivamente, el menor valor lo presentó el T3, que obtuvo 6.88 Tms/ha/corte. Existen diferencias entre T1 y T3, T2 respecto a T3 y T4, así mismo, T3 respecto a T2. La edad influyó de manera directa en la producción, ya que a mayor edad, mayor es el contenido de materia seca.

**Tabla 5. Evaluación agronómica pastos King grass (*Pennisetum hibrydum*) y Maralfalfa (*Pennisetum sp*) a 30, 45 días de edad.**

Tratamientos	Biomasa (Ton/ha/corte.ms)	IAF	Altura (cm)	Prof. radicular (cm)
T1	10.78 <sup>a</sup>	6.71 <sup>c</sup>	74.6 <sup>e</sup>	23.0 <sup>a</sup>
T2	12.39 <sup>b</sup>	12.98 <sup>d</sup>	144.37 <sup>a</sup>	27.33 <sup>b</sup>
T3	6.88 <sup>c</sup>	6.18 <sup>c</sup>	68.73 <sup>g</sup>	23.3 <sup>a</sup>
T4	9.06 <sup>a</sup>	12.09 <sup>d</sup>	134.4 <sup>f</sup>	26.33 <sup>c</sup>

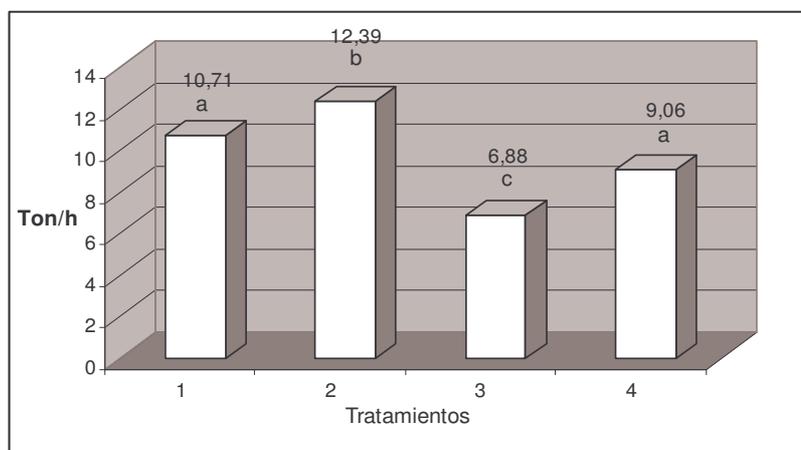
Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas ( $p < 0.01$ )

IAF= Índice de área foliar

Los promedios del pasto maralfalfa logrados en el presente ensayo son superiores a los reportados por Molina<sup>3819</sup>, quien encontró producciones de biomasa seca de 3.73, 7.16 ton/ha/corte a los 35 y 45 días respectivamente.

La mayor producción obtenida en los tratamientos con King grass puede deberse a que soporta mejor la sequía, pues ésta se presentó durante el experimento, en cambio el pasto maralfalfa es exigente en humedad, influyendo de forma negativa en la producción; también se podría atribuir al fertilizante. Sin embargo, la incorporación de fertilizante mixto, lo cual mejoró las condiciones físicas y químicas del suelo, corroboran un efecto complementario de las dos fuentes. Al respecto, Medina argumenta que la combinación de fuentes de Nitrógeno orgánico y mineral permite un efecto inmediato de la parte mineral y a la vez amplía la acción en el tiempo debido a la fracción orgánica, efecto que fue mayor por la presentación fresca de la gallinaza y compost de estiércol de cuy aplicado; la parte orgánica optimizó el aprovechamiento del fragmento mineral al promover la agregación de partículas, estabilidad de los glomérulos e incrementar la relación materia orgánica, agua y oxígeno necesarios para la rápida solubilización de los nutrientes<sup>39</sup>.

**Figura 1. Producción de biomasa de King grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento (Tms/ha/Corte).**

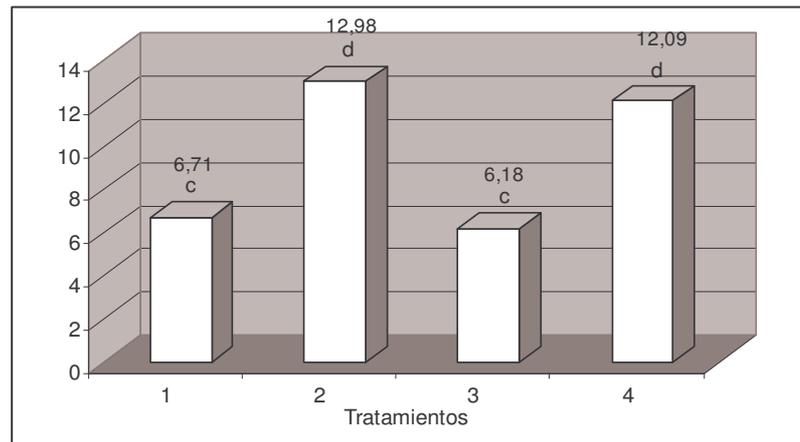


<sup>38</sup> MOLINA E. Shirley J. Evaluación agronómica y bromatológica del pasto maralfalfa cultivado en el valle del Sinú. Medellín. 2005, p156. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

<sup>39</sup> MEDINA L, Rendimiento y composición química de pastos. 1990. 2-5

**6.1.3 Índice de área foliar (IAF).** Los datos obtenidos en esta variable se presentan en la Tabla 5 y Figura 2. El análisis de varianza (Anexo 3) reveló diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ).

**Figura 2. Índice de área foliar de King grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento.**



Según la prueba de Tukey (Anexo 4), los tratamientos T2 y T4 fueron superiores al T1 y T3 con valores de 12.98, 12.09 correspondiente a king grass y maralfalfa de 45 días, y 6.71, 6.18, king grass y maralfalfa de 30 días respectivamente; existen diferencias entre T1 con T2, T1 respecto a T4, de igual manera entre T2 con T3, y T3 respecto a T4, siendo la edad de la planta un factor determinante en esta variable.

El rendimiento inferior obtenido por maralfalfa puede deberse a que posiblemente la cantidad de nitrógeno aplicado al pasto no sea la más adecuada, se observó una relación directa del índice de área foliar respecto a la producción de biomasa, incrementando el contenido de materia seca en favor del pasto king grass. Según Soto<sup>40</sup>, esto puede explicarse por el hecho de que una mayor área foliar aumenta el aprovechamiento de la luz incidente que la planta utiliza en sus procesos de fotosíntesis para la formación de sus tejidos.

Las bondades aportadas cuando se realizó labranza mínima a los lotes fueron evidentes, sumándose la fertilización mixta, corroborando lo afirmado por Molina<sup>41</sup>, quien encontró que la incorporación al suelo de los fertilizantes optimiza el aprovechamiento de nutrientes por la planta.

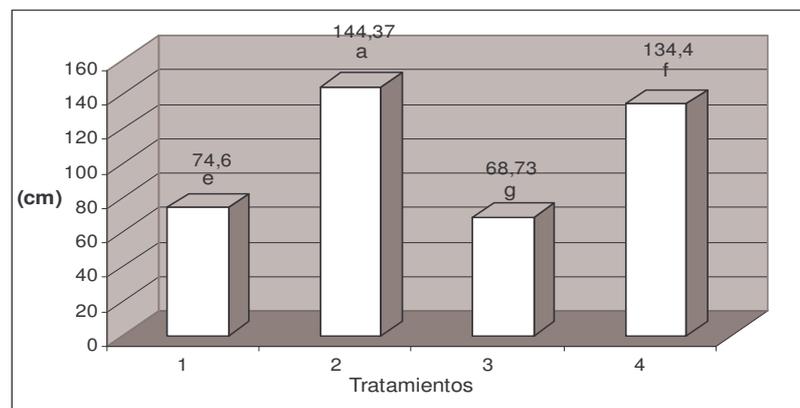
<sup>40</sup> SOTO, L. Digestibilidad y consumo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en ovinos bajo fertilización nitrogenada. Universidad Nacional de Colombia (*Magíster Scientiae*). Programa de estudios para graduados. Bogotá; Colombia. 1980 p. 83

<sup>41</sup> MOLINA, Op. Cit, p. 48

Según Peña<sup>42</sup>, se puede afirmar que la síntesis de tejido foliar puede verse influenciada grandemente por las características físicas del suelo, tales como densidad aparente, porosidad total y capacidad de campo, características que condicionan en buen parte la solubilización y aprovechamiento de los fertilizantes.

**6.1.4 Altura de la planta.** La Tabla 5 y Figura 3 resumen los datos de esta variable. El análisis de varianza (Anexo 5) indica que existen diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ). Según la prueba de Tukey (Anexo 6), el mayor valor lo presentó el T2, éste a su vez es diferente a los demás tratamientos. También se encontraron diferencias de T1 comparado con T2, T3 y T4, así mismo de T3 con respecto T1, T2 y T4.

**Figura 3. Altura de la planta de king grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento (cm).**



Los mayores promedios se dieron en T2 y T4 correspondiente a king grass y maralfalfa de 45 días, con 144.37 y 134.4 cm respectivamente. Los tratamientos T1 king grass 30 días y T3 maralfalfa 30 días obtuvieron los menores valores con 74.6 y 68.73 cm respectivamente. Según estos resultados, se observó una relación directa de altura de planta con respecto a la fertilización orgánica y la edad, lo cual concuerda con lo afirmado por Burbano<sup>43</sup>, quien sostiene que la aplicación de materiales orgánicos al suelo estimula el crecimiento de población microbiana encargada de los procesos de nitrificación, con lo cual se incrementa el nivel de nutrientes solubles para la planta, evento de mayor relevancia cuando se

<sup>42</sup> PEÑA M, Fitotecnia de los pastos. Pueblo y educación, La Habana Cuba 1995. p 57

<sup>43</sup> BURBANO, H. Las enmiendas orgánicas. En: Fertilización de cultivos. Bogota, Colombia 1998, 361-398 p.

aplica algún sistema de labranza reducida que permita una mejor incorporación del fertilizante orgánico y aumente los niveles de oxígeno, especialmente en el horizonte de influencia radicular.

Los valores obtenidos en el pasto maralfalfa están acorde a los encontrados por Soto<sup>44</sup>, quien encontró que los promedios de altura de este pasto fueron de 65.52 y 132.55 a los 30 y 45 días respectivamente.

Los valores globales para los diferentes tratamientos mostraron un incremento de esta variable con la labranza, lo cual se puede atribuir a que la disturbación de la rizosfera propició un ambiente óptimo para la extracción de nutrientes, reflejándose en un mayor crecimiento de las plantas.

CIAT<sup>45</sup> afirma que el incremento de altura de planta puede producir sombreado en la superficie del suelo, estimulando la absorción de nitrógeno y por ende el crecimiento, tamaño foliar y biomasa total, lo cual está corroborando por la correlación directa presentada por estas variables en esta investigación.

En las fotografías 4, 5 y 6 se visualiza la medición de la altura de planta, profundidad de raíz y corte.

#### **Fotografía No. 4 Medición de los forrajes.**



---

<sup>44</sup> SOTO, C.P. Producción de Biomasa y composición bromatológica del pasto maralfalfa (*Penisetum sp.*) a tres edades de corte en el municipio de Rionegro (Antioquia), informe final pasantía de Zootecnia, Departamento de producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Medellín 2004.

<sup>45</sup> CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical ). Establecimiento y renovación de pasturas. Veracruz México 1998 p 426

**Fotografía No. 5 Medición de la profundidad radicular.**

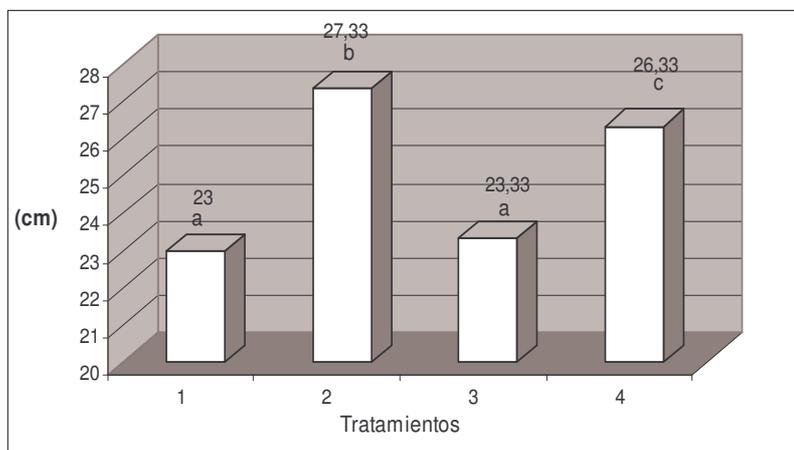


**Fotografía No. 6 Corte de los forrajes.**



**6.1.5 Profundidad radicular.** Los datos obtenidos para esta variable se presentan en la Tabla 5 y Figura 4. El análisis de varianza (Anexo 7) indica que existen diferencias significativas ( $P < 0.01$ ). Al efectuar la prueba de Tukey (Anexo 8), se encontraron diferencias entre T1 comparado con T2, T1 con T4, así mismo entre T2 con T3 y T3 respecto a T4.

**Figura 4. Profundidad radicular de king grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento (cm).**



Los tratamientos T2 y T4, con 27.33 y 26.33cm respectivamente, presentaron los mayores promedios, mientras que los tratamientos T3 y T1, con 23.33 y 23.0cm respectivamente, presentaron los menores promedios ( $P < 0.01$ ). Entre el T1 y T3 no hay diferencias, en cambio existe una diferencia de éstos con el T2. Existe una relación directa con la edad, ya que entre mayor sea el número de días, la raíz también es mayor.

La longitud de la raíz presentada por los tratamientos bajo labranza mínima puede explicarse por la mejora en las propiedades físicas tales como densidad aparente y porosidad, que en cierto grado fueron mejorados al escarificar el suelo, estas propiedades pueden afectar el crecimiento radicular. CIAT<sup>46</sup>.

El alargamiento de la raíz, como variable de respuesta, presentó una relación directa con el vigor general de la planta, lo que a su vez se vio reflejado en un incremento en la biomasa total, consecuencia de una eficiente asimilación y utilización de los nutrientes.

En este sentido, Bernal<sup>47</sup> afirma que una adecuada preparación del suelo y adición de materia orgánica pueden aumentar la longitud de la raíz, ya que estas labores culturales disminuyen en buena medida el impedimento mecánico, permitiendo a la raíz profundizar en el horizonte del suelo.

<sup>46</sup> CIAT, Op.cit, p 106

<sup>47</sup> BERNAL, J. Op cit, p 45

**6.1.6 Variables Bromatológicas.** Los resultados de las variables bromatológicas de los pastos king grass y maralfalfa de 30 y 45 días de edad se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6. Análisis bromatológico de king grass y maralfalfa a 30 y 45 días (%).**

<b>Análisis</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Materia seca	23.9	25.4	19.88	20.35
Proteína	13.90	13.26	10.56	9.64
Ceniza	14.7	15.47	18.88	19.87
Extracto etéreo	2.5	2.60	2.38	2.68
Fibra cruda	32.7	32.00	34.16	32.94
E.N.N	36.0	36.59	34.03	34.95
F.D.N.	67.2	68.06	61.50	62.82
F.D.A.	46.5	50.20	42.70	48.50
Lignina	17.06	20.32	13.99	18.25
Celulosa	28.90	29.88	28.71	30.25
Hemicelulosa	20.8	17.86	18.80	14.32
NDT	52.00	51.64	46.94	46.59

**6.1.6.1 Porcentaje de materia seca.** El contenido de materia seca varía entre 19.88% a los 30 días para maralfalfa y 25.4% a los 45 días para king grass.

Para el pasto king grass encontramos que se obtuvieron valores superiores a los reportados por Giraldo,<sup>48</sup> quien obtuvo 23.32% de ms a los 35 días y 24.9% de ms a los 42 días de edad. De igual manera, para el pasto maralfalfa los contenidos de ms están por encima de los obtenidos por Molina<sup>49</sup>, que fue de 15.09 a los 35 días y 19.55 % a los 45 días de edad. Estas diferencias se deben a las condiciones medio ambientales donde se realizaron los diferentes trabajos y a la cantidad de carbohidratos estructurales en la planta, ya que pueden afectar la retención de humedad en sus tejidos por la rigidez y baja permeabilidad de sus membranas.

**6.1.6.2 Porcentaje de proteína.** En cuanto a los contenidos proteicos (Tabla 6), en general, se observó que los cuatro tratamientos mostraron niveles de proteína en un rango entre 9.64 y 13.90 %. Los valores de king grass en 30 y 45 días, 13.90 y 13.26 respectivamente, son superiores a los reportados por

<sup>48</sup> GIRALDO, L A. Manejo y utilización de pasturas. Universidad Nacional de Colombia, Medellín , Colombia 1996, p 359

<sup>49</sup> MOLINA, S, Op cit, p 24

Rodríguez<sup>50</sup>, quien encontró valores de 13.24 y 10.6 a los 35 y 42 días de edad. En cambio, los resultados del pasto maralfalfa a los 30 y 45 días, con 10.56 y 9.64% respectivamente, son inferiores a los reportados por Molina<sup>51</sup>, quien encontró valores de 12.46 y 10.80% a los 35 y 45 días respectivamente. Estas diferencias en contenido de proteína entre los forrajes se deben posiblemente a las bondades aportadas por las fuentes de nitrógeno y al sistema de labranza aplicado, además la disponibilidad de nutrientes solubles para los forrajes, como consecuencia de una buena fertilidad del suelo, se ve reflejada en el incremento de su valor nutritivo, sobretodo en los contenidos de proteína y minerales. El King grass se adaptó mejor a las condiciones del lugar, pues soportó mejor la baja precipitación.

Los valores de proteína de King grass obtenidos en este trabajo fueron superiores a los obtenidos por Bernal, quien, en análisis realizados en el Huila y Córdoba, encontró que para el King grass se obtuvo entre 8.75 y 6.21% de proteína a los 40 y 45 días respectivamente<sup>52</sup>.

Por otra parte, Soto<sup>53</sup> encontró en maralfalfa valores de proteína de 20.86 y 14.69% a los 30 y 45 días respectivamente, que fueron superiores a los encontrados en esta investigación; sin embargo, el tratamiento con mayor porcentaje de proteína fue el T1 kinggrass de 30 días de edad, superando a los demás tratamientos.

Según los resultados, a medida que aumenta la edad de corte, se presenta un descenso en el contenido de proteína, que es ligeramente más acentuado con maralfalfa en relación al pasto King grass.

**6.1.6.3 Ceniza.** Según el análisis bromatológico (Tabla 6), esta variable osciló entre 14.7 y 19.87%; los tratamientos T4 y T3, con 19.87 y 18.88%, son mayores a los tratamientos T2 y T1 con 14.7 y 15.47%. En el king grass los porcentajes obtenidos son superiores a los encontrados por Laredo<sup>54</sup>, con 11.62 y 9.3% de ceniza a los 35 y 42 días. Para el caso del pasto maralfalfa, los valores obtenidos son mayores que los obtenidos por Molina<sup>55</sup>, que encontró a los 42 y 30 días 11.26 y 14.33% respectivamente.

---

<sup>50</sup> RODRÍGUEZ, M. El pasto kinggrass. Revista del campo. Bogotá, Colombia 1989. p 25.

<sup>51</sup> MOLINA, S. Op cit , p 41

<sup>52</sup> BERNAL, J. Op cit, p 500.

<sup>53</sup> SOTO, C. P. Op cit, p 32.

<sup>54</sup> LAREDO, C, M. Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia. ICA-colanta 1985, p 156.

<sup>55</sup> MOLINA, S. Op cit, p 32

Es pertinente anotar que la determinación de la ceniza de los forrajes encierra el contenido global de todos los minerales, dando una aproximación del valor de los mismos; sin embargo, algunos minerales, como parte del nitrógeno, puede volatilizarse por las altas temperaturas a que se someten las muestras, como también la presencia de materiales extraños como arenas o polvos que pueden alterar los resultados finales<sup>56</sup>.

Van Soest<sup>57</sup> afirma que el contenido de ceniza en el pasto está grandemente influenciado por la humedad del suelo, siendo mayor la concentración en periodos lluviosos que en periodos secos; sin embargo, estas variaciones pueden estar determinadas por la composición vertical de la planta y la variabilidad en los niveles de minerales con respecto a la parte de la planta analizada.

**6.1.6.4 Extracto etéreo.** Para esta variable, según los resultados obtenidos (Tabla 6), los valores se encuentran de manera uniforme entre 2.38 y 2.68%, el tratamiento de mayor valor es el T4 con 2.68% con respecto a los demás tratamientos. En general, el contenido de extracto etéreo encontrado para los forrajes, especialmente el pasto maralfalfa, tuvo un comportamiento algo diferente a lo reportado por Soto<sup>58</sup>, donde se observa contenidos de 2.61 a los 30 días, y a los 45 días disminuye hasta 1.66.

**6.1.6.5 Fibra cruda.** Los valores para esta variable (Tabla 6 ) oscilan entre 32.00 y 34.16%; sin embargo, estas diferencias no son importantes para los pastos king grass y maralfalfa.

**6.1.6.6 E.N.N.** En la Tabla 6 se puede apreciar una variación entre 34.03 y 36.59%, los tratamientos T2 y T1 presentan valores ligeramente más altos que los tratamientos T4 y T3 de maralfalfa, con valores de 34.03 y 34.95%. Igualmente, los valores para esta variable muestran diferencias muy estrechas, con lo que se puede deducir que no se afectó el contenido de E.N.N con las edades de corte de los pastos.

**6.1.6.7 F.D.N.** Según el análisis, Tabla 6, los valores para F.D.N se encuentran entre 61.50 y 68.06, comportamiento similar a lo encontrado para los valores de fibra cruda.

---

<sup>56</sup> BENITEZ, C Los pastos en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba: Pueblo y educación. 1983. p 116.

<sup>57</sup> VAN SOEST. Peter. Nutricional ecology of the ruminant. New York : Cornell University Press. 1994 p 95

<sup>58</sup> SOTO, C. P. Op cit, p 40

Los valores se encuentran dentro del rango reportado por Bernal<sup>59</sup>, quien afirma que los componentes de la pared celular incluidos en la fracción detergente neutro constituye entre el 40 y el 80% de la materia seca, siendo mayor la proporción en pastos maduros.

En caso del pasto maralfalfa, coinciden con lo reportado por Molina<sup>60</sup>, quien encontró valores de 60.58% a los 35 días y 67.27% a los 45 días.

Vásquez y Torres<sup>61</sup> manifiestan que la baja humedad del suelo, una baja precipitación puede influir en el aumento de la fracción FDN, ya que en estas condiciones los nutrientes del suelo presentes en solución con el agua edáfica se encuentran muy concentrados, formando sales cristalizadas, las cuales deben esperar nuevamente la aparición de las lluvias para hacerse disponibles por la planta, caso en el cual la deposición de carbohidratos estructurales se realiza como un sistema de sobrevivencia en condiciones de sequía.

**6.1.6.8 F.D.A.** Los datos para esta variable se consignan en la Tabla 6, en la que se puede observar que los diferentes tratamientos presentan valores entre 42.70 y 50.20%, el T2 presentó el valor ligeramente más alto con 50.20% y el menor T3 con 42.70%. Para king grass y maralfalfa se observó que, a medida que aumenta la edad de corte, el FDA también aumenta.

Soto<sup>62</sup> sostiene que el comportamiento irregular de esta variable puede asociarse con los efectos estacionales del clima o por la disminución gradual en cuanto a nivel de nutrientes.

**6.1.6.9 Lignina.** Según la Tabla 6, los valores se encuentran entre 13.99 y 20.32% destacándose el T2 con 20.32%, y el menor valor le corresponde al T3 con 13.99%.

Al respecto, existen diferentes apreciaciones. Soto<sup>63</sup> afirma que el avance de la madurez causa reducción en los contenidos de lignina, mientras Mac

---

<sup>59</sup> BERNAL, J. Op, cit, p 366.

<sup>60</sup> MOLINA, S. Op cit, p 32.

<sup>61</sup> VASQUES, E y TORRES, S. Fisiología vegetal. La Habana Cuba: Pueblo y educación 1987, p 476.

<sup>62</sup> SOTO, C. P. Op cit, p 38.

<sup>63</sup> Ibid, p 49.

Donald <sup>64</sup> contradice argumentando que “a mayor periodo de recuperación causa incremento sustancial en la lignificación de la pared celular”.

De lo anterior se puede deducir que los aumentos en los porcentajes de lignina pueden estar más relacionados con el nivel de fertilidad del suelo y por el efecto estacionario del clima, que de la misma edad de la planta.

**6.1.6.10 Celulosa.** Al observar los datos de la Tabla 6, el valor de esta variable oscila entre 28.71 y 30.25%. Los tratamientos T4 y T2, con 30.25 y 29.88 respectivamente, presentan valores muy similares al T3 y T1 con 28.9 y 28.71%.

Este rango de valores se encuentra en el promedio reportado por Bernal<sup>65</sup>, quien afirma que la celulosa puede ser el más abundante de los carbohidratos estructurales, su cantidad puede variar entre 20 y el 40% del total de la materia seca.

**6.1.6.11 Hemicelulosa.** Los valores de este análisis se encuentran consignados en la Tabla 6, en la que se observa un rango entre 14.32 y 20.8%, el mayor valor lo representa el T1 con 20.8%, seguido del T3 con 18.80%; el menor valor lo registra el T4 con 14.32%.

Estos valores se encuentran cerca al rango, según Bernal, que está entre 15 y 22%, de igual manera, afirma que la hemicelulosa no es muy afectada por la edad de la planta ya que ésta se encuentra depositada en las paredes secundarias<sup>66</sup>.

## 6.2 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE DIGESTIBILIDAD

**6.2.1 Digestibilidad aparente de la materia seca.** En la tabla 7 aparecen los resultados de la digestibilidad aparente de la materia seca. El análisis de varianza (Anexo 9) demuestra diferencias significativas entre tratamientos. Efectuando la prueba de Tukey (Anexo 10), se determinó que el mejor coeficiente de digestibilidad para esta variable lo presentó el T2, y este tratamiento presentó diferencias respecto al T3 ( $p < 0,01$ ). Los resultados de esta fracción se pueden observar en la Figura 5.

---

<sup>64</sup> Mc DONALD., et al. Nutrición animal. Zaragoza, España. Ed Acribia. 1995, p 576.

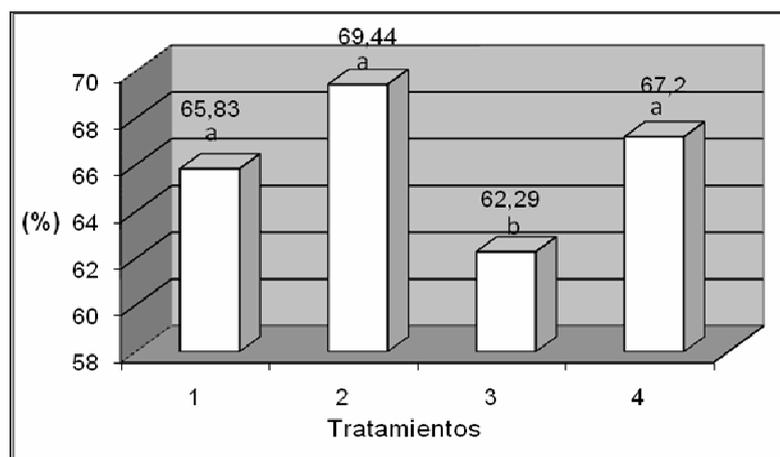
<sup>65</sup> BERNAL, J. Op cit, p 104.

<sup>66</sup> Ibid, p 105.

**Tabla 7. Digestibilidad aparente de la materia seca (%).**

Tto.	Jaula	Ms. Consumida	Ms. Excretada	Digestibilidad aparente	Promedio
Kin 30	1	1886,66	482,78	74,41	65,834
	2	1837,43	708,32	61,45	
	3	1702,63	545,33	67,97	
	4	1925,38	779,68	59,50	
Kin 45	1	1843,78	585,17	68,26	69,449
	2	1925,32	570,51	70,36	
	3	1936,75	563,98	70,88	
	4	2025,14	642,22	68,28	
Maral 30	1	1659,18	647,25	60,98	62,28
	2	1669,52	602,04	63,93	
	3	1601,72	617,87	61,42	
	4	1661,71	618,62	62,77	
Maral 45	1	1547,00	478,52	69,06	67,204
	2	1474,96	458,04	68,94	
	3	1667,68	558,83	66,49	
	4	1701,46	607,17	64,31	

**Figura 5. Digestibilidad aparente de la materia seca (%).**



Lo anterior indica que el contenido nutricional de los pastos presentan pocas diferencias, es decir que hay un equilibrio entre sus nutrientes. Sin embargo, la baja digestibilidad de los tratamientos T1 (65.83%) y T3 (62.29%) puede quedar limitada por la falta de tiempo para su acción digestiva completa sobre las sustancias digeribles o por no ser completa su absorción, como lo afirma Maynard<sup>67</sup>.

<sup>67</sup> MAYNARD, LEONARD. Nutrición Animal. México, Mc Graw Hill 1981 p 67.

En las fotografías 7, 8 y 9 se muestra la distribución de los animales en sus respectivas jaulas metabólicas, la toma de peso del alimento sobrante e identificación de heces.

**Fotografía No. 7 Distribución en jaulas metabólicas.**



**Fotografía No. 8 Pesaje del alimento sobrante.**



**Fotografía No. 9 Identificación de heces.**



**6.2.2 Digestibilidad aparente de la proteína.** En la Tabla 8 y Figura 6, se aprecian los valores de digestibilidad aparente de la proteína. El análisis de varianza (Anexo 11) muestra que existen diferencias ( $p < 0.001$ ) entre los tratamientos. Según la prueba de Tukey (Anexo 12), el T2 (77,6 %) es diferente a T3 (69.35 %). Así mismo, T4 (72,1 %) en comparación con T2.

**Tabla 8. Digestibilidad aparente de la proteína(%).**

Tratamientos	Jaula	proteína consu.	Proteína exc.	Dige. Prot.	Promedio
Kin 30	1	262,246	52,189	80,099	73,42
	2	255,403	76,569	70,02	
	3	236,666	58,951	75,091	
	4	267,628	84,283	68,507	
Kin 45	1	244,486	56,878	76,735	77,60
	2	255,297	55,452	78,279	
	3	256,813	54,818	78,654	
	4	268,533	62,423	76,753	
Maral 30	1	175.209	55,534	68.303	69.35
	2	176.301	51,655	70.700	
	3	169.142	53,013	68.657	
	4	175.482	53,077	69.753	
Maral 45	1	140,711	38,856	72,385	72,19
	2	159,096	37,193	76,622	
	3	162,319	45,377	72,044	
	4	152,862	49,302	67,746	

La edad de corte de los pastos influyó en la digestibilidad de la proteína. Sin embargo, la calidad de la proteína en los dos se mantuvo.

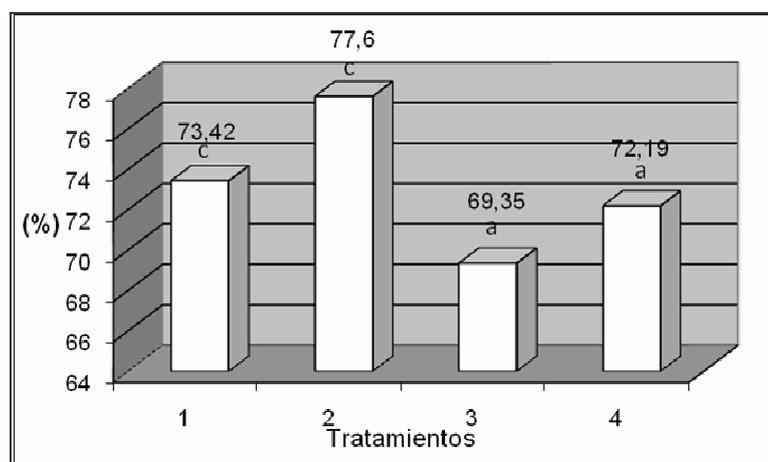
La variación entre los tratamientos en la digestibilidad de la proteína pudo ser afectada por el contenido de fibra que, a su vez, pudo afectar también la actividad enzimática y bacteriana en el estómago y ciego, la cual influiría en la velocidad de paso.

Los altos valores en el T2 pudieron obedecer a la capacidad de digestión, la composición química, relación proteína energía y a la fermentación cecal y subsiguiente coprofagia.

Por otra parte, Aliaga<sup>68</sup> menciona que la alta digestibilidad de la proteína posiblemente se debe a la capacidad de digestión del animal, que puede llegar a superar a los rumiantes.

La digestibilidad encontrada en la mayoría de los tratamientos se debe a la calidad de forrajes, puesto que sus proteínas son atacadas en el tracto gastrointestinal (T.G.I) anterior y absorbido eficientemente en las vellosidades del intestino delgado (I.D), existiendo proteínas que escapan a esta acción para ser atacadas en el intestino grueso, como lo afirma Mc Donald<sup>69</sup>

**Figura 6. Digestibilidad aparente de la proteína (%).**



**6.2.3 Digestibilidad aparente del extracto etéreo.** El contenido de EE y los coeficientes de digestibilidad aparente se encuentra en la Tabla 9 y la Figura 7. El análisis de varianza muestra que el principio nutritivo (Anexo 13) presenta diferencias significativas ( $p < 0.01$ ). Según la prueba de Tukey (Anexo 14), se indica que el mejor tratamiento fue el T2 (63.75%), seguido de

<sup>68</sup> ALIAGA, L. Op, Cit, p 43

<sup>69</sup> Mc DONALD Op. Cit., p189.

T1 (61.18%) y T4 (60.89), T3 (54.35). Se presentaron diferencias entre los tratamientos T1 y T3, de igual manera entre T2 y T3, también de T3 respecto a T4.

La digestibilidad del extracto etéreo en los tratamientos pudo estar influenciada por el tipo de ácidos grasos presentes en los forrajes, pues los cuyes aprovechan mejor los ácidos grasos insaturados que son absorbidos con mayor eficiencia en el intestino delgado.

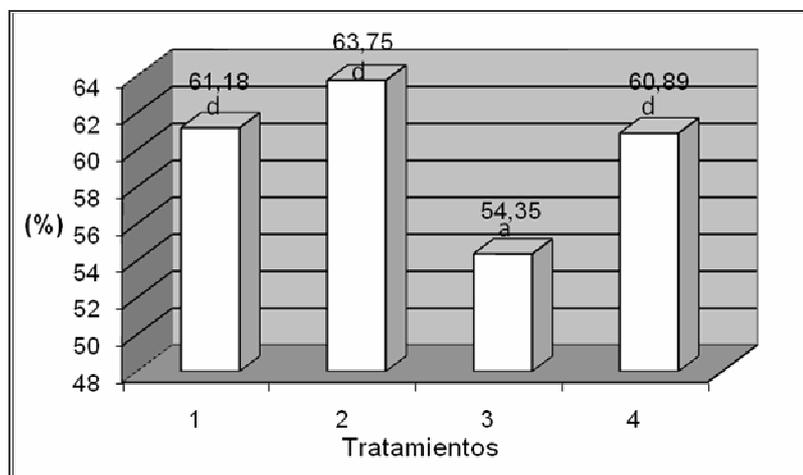
De tal manera que los bajos coeficientes de digestibilidad se deben posiblemente a un mayor contenido de ceras o esteroides que tienden a disminuir la absorción de las grasas. Según Church, estas pueden estar haciendo parte del extracto etéreo, afectando el contenido del aprovechamiento de lípidos que proporcionan energía para el animal<sup>70</sup>

**Tabla 9. Digestibilidad aparente del extracto etéreo EE (%).**

TRATAMIENTO	JAULA	EE CONSU	E EXC	EE PRO	PROMEDIO
Kin 30	1	47,166	13,711	70,930	61,18
	2	45,935	20,116	56,207	
	3	42,565	15,487	63,614	
	4	48,134	22,143	53,997	
Kin 45	1	49,413	18,608	62,341	63,75
	2	51,598	18,141	64,840	
	3	51,904	17,934	65,447	
	4	54,273	20,422	62,371	
Maral 30	1	39,488	18,640	52,794	54.35
	2	39,734	17,338	56,361	
	3	38,121	17,794	53,320	
	4	39,550	17,816	54,952	
Maral 45	1	40,222	14,834	63,118	60,89
	2	38,349	14,199	62,973	
	3	43,359	17,323	60,046	
	4	44,238	18,822	57,451	

<sup>70</sup> CHURCH, C El rumiante: fisiología digestiva y nutrición. México, Acribia 1996. p 4 123.

Figura 7. Digestibilidad aparente del extracto etéreo (%).



Los bajos coeficientes de digestibilidad encontrados en los tratamientos T3 y T4 se debe posiblemente a un mayor contenido de ceras o esteroides que, además, no son utilizadas por el cuy.

Los valores de digestibilidad aparente del E.E obtenidos por Caycedo<sup>71</sup>, con forrajes de ramio y king grass son similares a los resultados encontrados para T1 ( king grass 30) y T2 ( king grass 45).

**6.2.4 Digestibilidad aparente de la fibra cruda.** Los resultados de digestibilidad aparente de la fibra cruda se encuentran en la Tabla 10 y Figura 8. El análisis de varianza (Anexo 15) indica que existen diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos. Según Tukey (Anexo 16), se presenta diferencia de T2 respecto a T3.

<sup>71</sup> CAYCEDO, Op. Cit., p. 126.

**Tabla 10. Digestibilidad aparente de la fibra cruda (%).**

Tratamiento	Jaula	Fc. comsu.	Fc. Exc.	Fc. pro	Promedio
Kin 30	1	616,939	192,728	68,76	58,29
	2	600,840	282,762	52,938	
	3	556,761	217,699	60,899	
	4	629,60	311,250	50,563	
Kin 45	1	590,011	235,355	60,110	61,60
	2	616,102	229,455	62,756	
	3	619,76	226,832	63,399	
	4	648,045	258,300	60,141	
Maral 30	1	566.777	266,410	52.995	54.55
	2	570.308	247,802	56.363	
	3	547.151	254,315	53.320	
	4	567.660	254,625	54.952	
Maral 45	1	509,584	198,685	61,010	58,66
	2	485,854	190,180	60,856	
	3	549,334	232,026	57,762	
	4	560,462	252,099	55,019	

Estos resultados posiblemente se deben a que los pastos en sus diferentes grados de madurez contienen una relación celulosa- lignina- sílice diferente, la cual influye en la digestibilidad de este carbohidrato y los demás nutrientes con un alto gasto energético en la digestión de la fibra.

Los menores valores encontrados en los tratamientos T1 y T3 se debieron posiblemente al consumo de alimento, lo cual aumentó la velocidad de paso, por lo tanto el alimento permanecía menos tiempo en el tracto gastrointestinal.

Vásquez, E y Torres, S. afirman que, probablemente, de los principios que integran los alimentos, el que más influencia ejerce sobre la digestibilidad es el porcentaje de fibra cruda. En general, los coeficientes de digestibilidad de los diversos principios alimenticios son inversamente proporcionales al contenido de fibra cruda del alimento<sup>72</sup>.

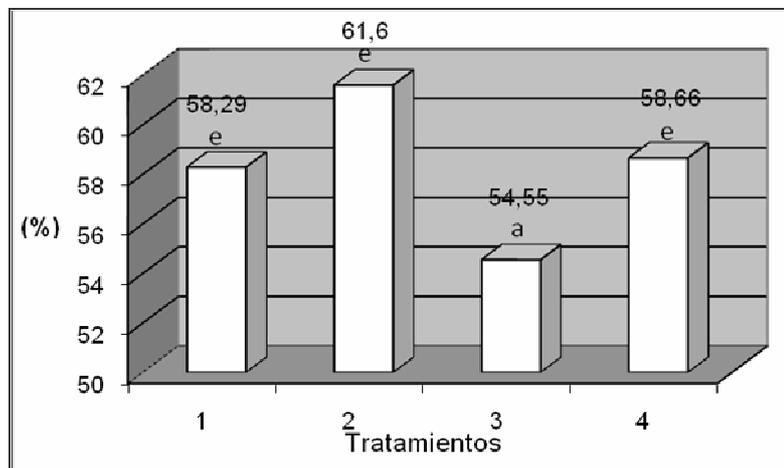
Moreno y Chávez <sup>73</sup> mencionan que la fibra cruda es indispensable en la dieta de los animales herbívoros, ya que ésta estimula el consumo de alimento y cumple un papel fundamental en el adecuado funcionamiento del aparato digestivo.

Esto hace suponer que el cuy, a través de su flora microbial, tiene la capacidad de procesar fibra de diferente conformación.

<sup>72</sup> VASQUES, E y TORRES, S. Op. Cit., p 247.

<sup>73</sup> MORENO, A. y CHAVES, Y. Curso sobre cuyes. Pasto, Colombia, ICA, 1980. p 60.

**Figura 8. Digestibilidad aparente de la fibra cruda (%).**



**6.2.5 Digestibilidad aparente de la fibra detergente neutra.** Los contenidos y la digestibilidad de la pared celular (F.D.N) aparecen en a Tabla 11 y Figura 9. El análisis de varianza (Anexo 17) muestra diferencias significativas ( $p < 0.01$ ). Según la prueba de Tukey (Anexo 18), existen diferencias entre los tratamientos T2 y T3.

En el contenido celular se destacan carbohidratos solubles, proteína y pectina, entre otras. El tratamiento con mayor contenido celular corresponde a T2 (71,74 %), seguido de T4 (68,57 %), T1 (68,18 %) y T3 (63,96 %). El T3, que corresponde al maralfalfa de 30 días corrobora con dicho valor el bajo contenido del extracto libre de nitrógeno (E.L.N) con 34.03 % en base seca.

Según Apraez<sup>74</sup>, al hervir la muestra con detergente neutro, se solubiliza el contenido de la célula y la pectina, dejando un residuo que es la pared celular, la que contiene la celulosa, hemicelulosa y lignina.

Estos resultados permiten detallar que los constituyentes de la pared celular de maralfalfa y king grass (celulosa, hemicelulosa y lignina) son diferentes, en especial en los tratamientos T2 y T3; de alguna manera, la edad de la planta influyó en las diferencias que se presentaron en la digestibilidad.

Un factor que pudo haber incidido en los resultados de la digestibilidad de este componente fue la fisiología y anatomía del ciego que soporta una ración voluminosa y permite que la celulosa almacenada fermenta por acción

<sup>74</sup> APRAEZ, E. Análisis químico de los alimentos. Pasto Universidad de Nariño, 1992. p175.

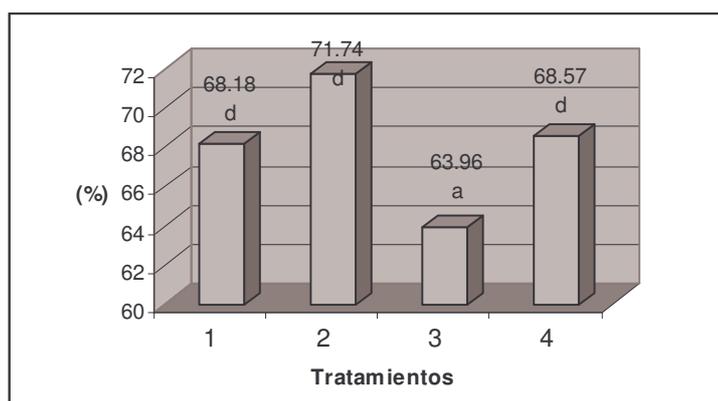
microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra.

Los menores valores encontrados se deben, según Mc Donal<sup>75</sup>, a que una deficiencia de nitrógeno limita el crecimiento microbiano y, como consecuencia, se reduce la digestibilidad de la fibra.

**Tabla 11. Digestibilidad aparente de la fibra detergente neutra (%).**

Tto.	Jaula	F.D.N Consumida gr.	F.D.N Excre.	Digestibilidad F.D.N %	Promedio %
Kin 30	1	1267,835	302,080	76,173	68,18
	2	1234,754	443,198	64,106	
	3	1144,171	341,218	70,177	
	4	1293,858	487,848	62,295	
Kin 45	1	1254,880	368,305	70,650	71,74
	2	1310,372	359,072	72,597	
	3	1318,152	354,969	73,070	
	4	1378,311	404,213	70,673	
Maral 30	1	1042.299	388,483	62.728	63.96
	2	1048.793	61,605	65.546	
	3	1006.207	370,845	63.144	
	4	1043.923	371,297	64.432	
Maral 45	1	971,829	288,026	70,362	68,57
	2	926,574	275,697	70,245	
	3	1047,638	336,360	67,893	
	4	1068,859	365,458	65,808	

**Figura 9. Digestibilidad aparente de la fibra detergente neutra (%).**



**6.2.6 Digestibilidad aparente de la fibra detergente ácida.** En la Tabla 12 se relacionan los porcentajes de esta fracción con los resultados de

<sup>75</sup> MC DONAL , Op. Cit, p. 215

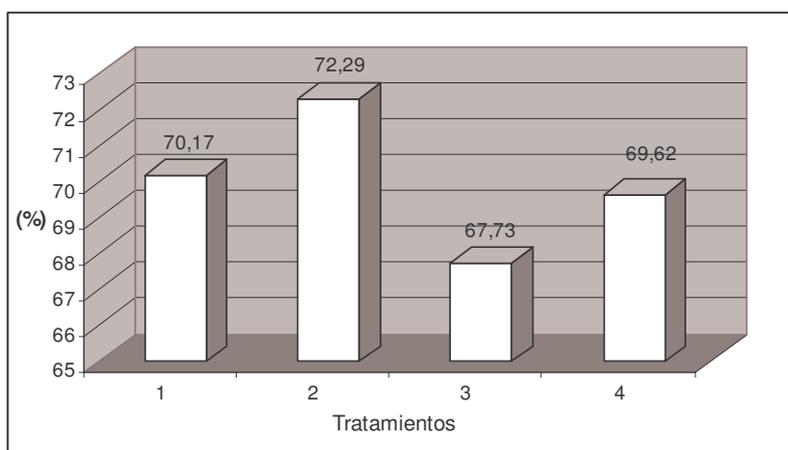
digestibilidad aparente. Al realizar el análisis de varianza (Anexo 19), no se aprecian diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos.

Es posible que la digestibilidad de la F.D.A sea muy similar entre los tratamientos por la presencia de lignina contenida en la pared celular de estos alimentos, ya que en la composición de los pastos no representan grandes diferencias. Los valores de F.D.A se detallan en la Figura 10.

**Tabla 12. Digestibilidad aparente de la fibra detergente ácida (%).**

Tto.	Jaula promedio %	F.D.A consumida g	F.D.A excre. g	digestibilidad F.D.A %	F.D.A %
Kin 30	1	877,299	195,963	77,66	70,17
	2	854,405	287,508	66,35	
	3	791,725	221,35	72,041	
	4	895,303	316,474	64,65	
Kin 45	1	925,580	266,427	71,215	72,29
	2	966,510	259,748	73,125	
	3	972,248	256,780	73,589	
	4	1016,62	292,402	71,237	
Maral 30	1	708.474	236,442	66.626	67.73
	2	712.886	219,927	69.149	
	3	683.939	225,707	66.998	
	4	709.575	225,983	68.152	
Maral 45	1	750,298	190,134	74,658	69,62
	2	715,359	231,970	67,572	
	3	808,826	252,038	68,838	
	4	825,209	268,676	67,441	

**Figura 10. Digestibilidad aparente de la fibra detergente ácida (%).**



**6.2.7 Digestibilidad de la hemicelulosa.** En la Tabla 13 y Figura 11 se observan los resultados de digestibilidad aparente de la hemicelulosa.

Según el análisis de varianza (Anexo 20), muestra que existe diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ).

Al realizar la prueba de Tukey (Anexo 21), el T2 (70,2 %) es diferente al T3 (52,87 %). Además existen diferencias del T1 (63,8 %) respecto a T3 (52,87 %) T2 (70,2 %) y T4 (57,2 %), y también el T2 (70,2 %) comparado con T4 (57,2 %).

**Tabla 13. Digestibilidad aparente de la hemicelulosa (%).**

Tratamiento	Jaula	Hemicelu. Coms. g	Hemi excre.	Digestibilidad Hemi. % promedio %
Kin 30	1	392,42	106,11	72,95
	2	382,18	155,68	59,26
	3	354,14	119,86	66,15
	4	400,48	171,37	57,20
Kin 45	1	329,30	101,87	69,06
	2	343,86	99,32	71,11
	3	345,90	98,18	71,61
	4	361,69	111,80	69,08
Maral 30	1	311,92	152,04	51,25
	2	313,87	141,42	54,94
	3	301,12	145,13	51,80
	4	312,41	145,31	53,48
Maral 45	1	221,53	89,38	59,64
	2	211,21	85,56	59,49
	3	238,81	104,38	56,28
	4	243,64	113,42	53,44

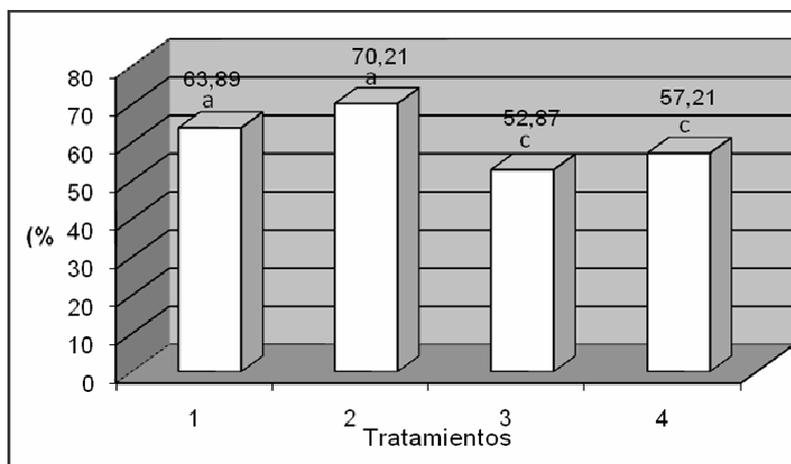
Los anteriores datos confirman las ideas expuestas en lo referente a FDN y FDA, observando que la hemicelulosa presenta valores de digestibilidad relacionados con estas fracciones.

Los resultados de los tratamientos con maralfalfa fueron menores debido posiblemente a que éstos presentan un menor aprovechamiento de la hemicelulosa, ya que existe una marcada combinación de lignina, sílice y celulosa que dificultó el trabajo microbiano, y a un desbalance energía proteína.

La baja digestibilidad observada se debe quizá a la falta de sincronización en la disponibilidad de nitrógeno y energía que responde a los bajos rendimientos microbianos y, por ende, la fermentación de los carbohidratos estructurales, tal y como lo menciona Oskorv<sup>76</sup>.

<sup>76</sup> OSKORV, O. Nutrición proteica de los rumiantes. España. Acribia, 1982, p 176.

**Figura 11. Digestibilidad aparente de hemicelulosa (%).**



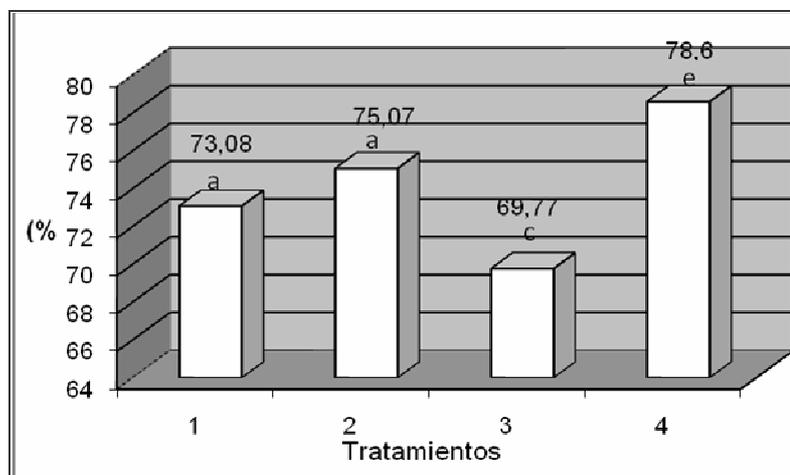
Con respecto a la edad de corte, presentaron diferencias, posiblemente debido a que su naturaleza química y enlaces con la celulosa y lignina no permitieron mantener los coeficientes de digestibilidad en forma constante a medida que avanzan los cortes.

**6.2.8 Digestibilidad aparente de E.L.N.** En la Tabla 14 y Figura 12 se indican los resultados de digestibilidad aparente del E.L.N. Al efectuar el análisis de varianza (Anexo 22), muestra que existen diferencias significativas ( $p < 0.01$ ). La prueba de Tukey (Anexo 23) mostró diferencias de T1 (73,08 %) respecto T4 (78.6 %); T4 con T3 (69.77%), y T3 respecto a T4 (78.6 %).

**Tabla 14. Digestibilidad aparente del extracto libre de nitrógeno ( E.L.N.)**

Tratamiento	Jaula	ELN consu.	ELN exc.	ELN pro.	Promedio
Kin 30	1	679,19	136,918	79,84	73,08
	2	661,47	200,880	69,63	
	3	612,94	154,658	74,76	
	4	693,13	221,118	68,09	
Kin 45	1	674,64	174,673	74,10	75,07
	2	704,47	170,294	75,82	
	3	708,65	168,348	76,24	
	4	740,99	191,702	74,12	
Maral 30	1	564,62	171,092	68,63	69,77
	2	570,16	164,722	71,10	
	3	547,30	169,052	69,11	
	4	568,54	169,258	70,22	
Maral 45	1	540,67	109,130	79,81	78,6
	2	515,50	104,459	79,73	
	3	589,32	127,443	78,37	
	4	594,66	138,469	76,71	

**Figura 12. Digestibilidad aparente del extracto libre de nitrógeno (ELN)**



Según los resultados, la edad de corte del pasto afectó los coeficientes de digestibilidad aparente del E.L.N. debido a que en las características de la pared celular de estos forrajes, existe una relación marcada entre la digestibilidad de la fibra y el extracto libre de nitrógeno.

Al encontrarse diferencias entre el king grass y maralfalfa permite suponer que las características de la pared celular son muy diferentes, y por consiguiente, el aprovechamiento de los carbohidratos solubles.

Hay que recordar que la celulosa, impregnada de lignina y cutina, es el principal elemento constituyente de las paredes celulares y su degradación es lo que permite el aprovechamiento de los demás principios nutritivos contenidos en el protoplasma de las células vegetales.

Caycedo, Almeida y Córdoba <sup>77</sup> encontraron que para el king grass el coeficiente de digestibilidad del E.LN es de 72.99%, coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación.

Según Cramton <sup>78</sup>, la alta digestibilidad del ELN se debe a que la proporción de carbohidratos es mayor que el de la fibra, la cual hace que las bacterias del ciego prefieran degradar este componente.

<sup>77</sup> CAYCEDO V. A., ALMEIDA D. A. y CORDOBA S. Digestibilidad aparente de los forrajes kikuyo, vaina de haba, ramio, y King grass en cuyes tipo carne. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia 1991 p131

<sup>78</sup> CRAMTON, HARRIS, N. Nutrición Animal Aplicada. 2ª Ed. Acribia. Zaragoza, España. 1980. p 290.

**6.2.9 Valores de los nutrientes digestibles totales (N.D.T) para las dietas experimentales.** Los resultados para los tratamientos se aprecian en la Tabla 15 y Figura 13. El análisis de varianza (Anexo 24) indica que no se presentan diferencias significativas entre tratamientos.

Correa, citando al N.C.R <sup>79</sup>, señala que los requerimientos del cuy, en cuanto al contenido de N.D.T en la ración, es de 65 a 70 %; al respecto, los tratamientos no cumplen ese requisito, razón por la cual hay necesidad de suplementar la ración forrajera.

En este sentido, Cheeke<sup>80</sup> menciona que la determinación de los NDT se basa en la supuesta equivalencia de los carbohidratos, proteínas y grasas como fuente de energía.

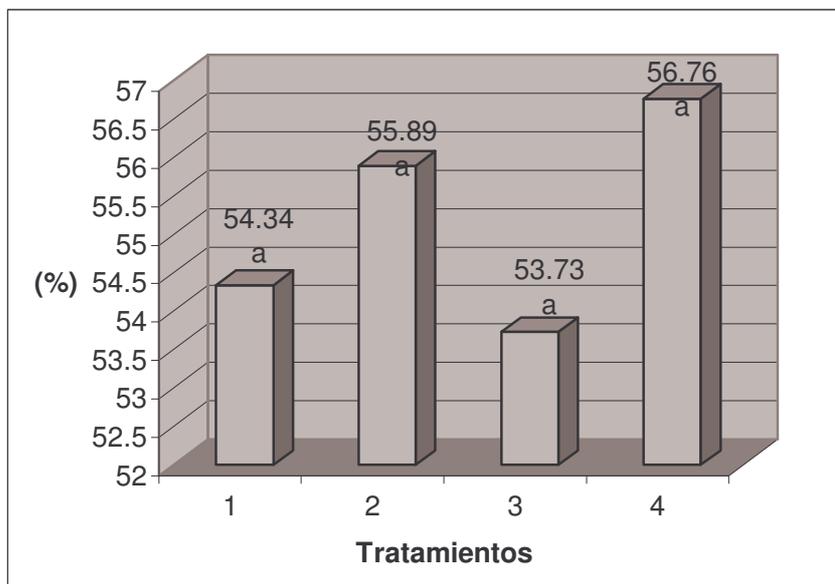
**Tabla 15. Valores de los nutrientes digestibles totales (N.D.T) para las dietas experimentales (%).**

Tto.	Jaula	p.d prot	p.d e.e	p.d fibra	p.d.E.L.N	N.D.T %	N.D,T Promedio(%)
	1	11,13	1,773	22,484	25,239	62,847	
Kin 30	2	9,732	1,405	17,310	19,789	49,995	54,34
	3	10,43	1,598	19,911	22,531	56,461	
	4	9,522	1,349	16,534	18,971	48,066	
	1	10,17	1,670	19,235	21,48	54,652	
Kin 45	2	10,37	1,737	20,082	22,485	56,857	55,89
	3	10,42	1,753	20,287	22,728	57,390	
	4	10,17	1,670	19,245	21,494	54,678	
	1	7,212	1,379	18,103	24,271	52,689	
Mar 302	2	7,465	1,376	19,317	25,014	55,095	53,73
	3	7,257	1,384	18,280	24,386	53,038	
	4	7,365	1,427	18,839	24,383	54,141	
	1	6,977	1,502	20,096	27,662	58,117	
Mar 452	2	7,386	1,498	20,046	27,633	58,438	56,76
	3	6,945	1,429	19,026	27,055	56,242	
	4	6,530	1,367	18,123	26,542	54,273	

<sup>79</sup> CORREA, S. Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos, proteicos y fibrosos en cuyes. Lima Perú 1994. pag 61. Trabajo de grado (Ingeniero Zootecnista). Universidad de Nacional Agraria la Molina.

<sup>80</sup> CHEEKE, Peter. Alimentación y nutrición del conejo. 1 Edición. Zaragoza, España: Ed: Acribia, 1995, p 429.

**Figura 13. Valores de los nutrientes digestibles totales (N.D.T) para las dietas experimentales (%).**



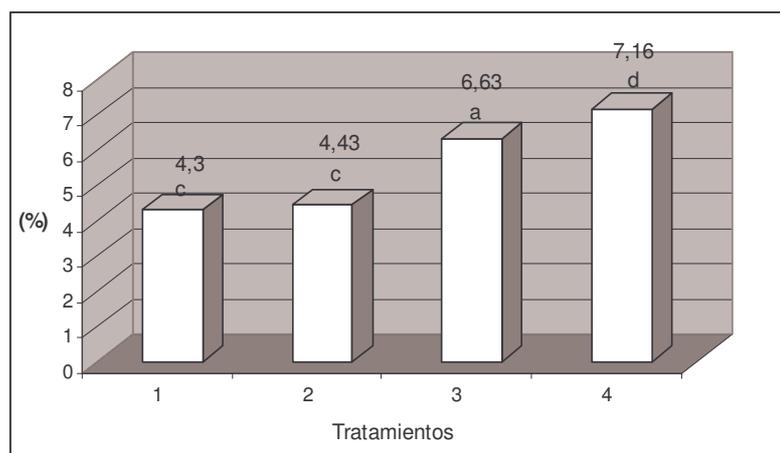
**6.2.10 Razón nutritiva.** En la Tabla 16 y Figura 14 se encuentra los resultados obtenidos de la razón nutritiva. El análisis de varianza (Anexo 25) señala diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ). Mediante la prueba de Tukey (Anexo 26), se presentó diferencias de T4 (7,1%) con respecto a T1 (4,3%), T2 (4,4 %) y T3 (6,6 %)

Así mismo, T3 respecto a T2 y T1.

**Tabla 16. Razón nutritiva.**

Tratamiento	Jaula	N.D.T %	p.d prote.	RN	promedio %
Kin 30	1	62,847	11,133	4,644	4,30
	2	49,995	9,732	4,136	
	3	56,461	10,437	4,409	
	4	48,066	9,522	4,047	
Kin 45	1	54,652	10,175	4,371	4,43
	2	56,857	10,379	4,477	
	3	57,392	10,429	4,502	
	4	54,678	10,177	4,372	
Maral 30	1	52,689	7,212	6.306	6,33
	2	55,095	7,465	6.372	
	3	53,038	7,250	6.310	
	4	54,141	7,365	6.350	
Maral 45	1	58,117	6,977	7,328	7,16
	2	58,438	7,386	6,911	
	3	56,242	6,945	7,098	
	4	54,273	6,530	7,310	

**Figura 14. Razón nutritiva.**



Este resultado está relacionado en forma directa con el contenido de proteína. El pasto maralfalfa de 45 días es el que contiene la más deficiente Razón nutritiva (7.16) debido a que la proporción de proteína es menor con relación a los demás nutrientes digeridos, afectando la digestibilidad de muchos de ellos.

A propósito, Maynard<sup>81</sup> menciona que, conforme la relación se hace más amplia, la digestibilidad de todos los nutrientes tiende a ser menor. Además, la digestibilidad puede quedar limitada por falta de tiempo para la acción

<sup>81</sup> MAYNARD, Op. Cit., 640p

digestiva completa sobre sustancias menos digeribles o por no ser completa su absorción.

**6.2.11 Energía digestible.** La Tabla 17 y Figura 15 muestran los valores de Energía Digestible de los distintos tratamiento; expresada en Kcal/kg de materia seca de alimento. El análisis de varianza (Anexo 27) muestra diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos.

Al analizar la prueba de Tukey (Anexo 28), se observan diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre T2 (3377.91 kcal) al compararse con T4 (2544.92) y T3 (2341.81); además hay diferencias entre T1 respecto a T3 y T4.; no hay diferencias entre T1 con T2, y T3 con T4.

**Tabla 17. Energía digestible (Kcal/kgms).**

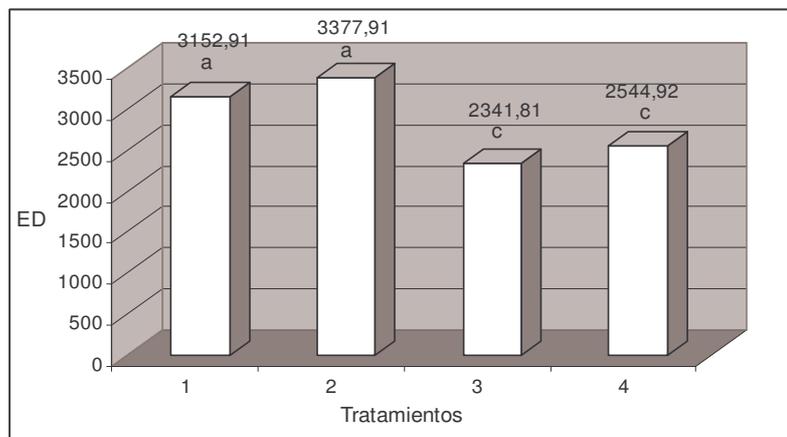
Tratamiento	Jaula	Ed.	Promedio
Kin 30	1	3500.32	3152.91
	2	3023.06	
	3	2981.20	
	4	3107.06	
Kin 45	1	3185.60	3377.91
	2	3394.70	
	3	3431.53	
	4	3499.80	
Maral 30	1	2310.72	2341.81
	2	2419.07	
	3	2255.67	
	4	2381.80	
Maral 45	1	2498.20	2544.92
	2	2379.30	
	3	2669.87	
	4	2632.32	

Los tratamientos con king grass presentan valores de energía digestible adecuados y capaces de suplir las necesidades nutricionales que para esta especie propone Caycedo<sup>82</sup> para las fases de crecimiento y engorde.

Los datos obtenidos muestran que el king grass respondió eficientemente a la fertilización combinada, produciendo una respuesta positiva en el contenido energético, la planta optimizó los procesos de fotosíntesis y síntesis de reservas energéticas, especialmente carbohidratos no estructurales, polisacáridos que constituyen para la planta una fuente importante para el almacenamiento de energía.

<sup>82</sup> CAYCEDO. Op. cit.p.128

**Figura 15. Energía digestible (Kcal/kgms).**



**6.2.12 Energía metabolizable.** Los valores de energía Metabolizable se encuentran en la Tabla 18 y Figura 16. Al realizar el análisis de varianza (Anexo 29), se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ). Al igual que para la energía digestible, según la prueba de Tukey (Anexo 30), se observa que T2 (3040.12 kcal/kgms) es diferente al compararse con los resultados de T4 (2290.43 kcal/kgms) y T3 (2107.63 kcal/kgms). Además, hay diferencias entre T1 respecto a T3 y T4. No se encontraron diferencias entre T1 con T2, y T3 con T 4.

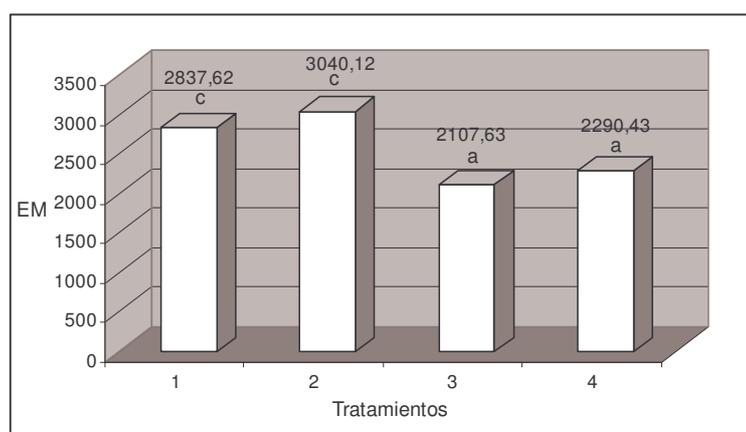
**Tabla 18. Energía metabolizable (kcal/kgms).**

Tratamiento	Jaula	Ed.	Promedio	Em.	Promedio
Kin 30	1	3500.32	3152.91	3150.29	2837.62
	2	3023.06		2720.75	
	3	2981.20		2683.08	
	4	3107.06		2796.35	
Kin 45	1	3185.60	3377.91	2867.04	3040.12
	2	3394.70		3055.23	
	3	3431.53		3088.37	
	4	3499.80		3149.82	
Maral 30	1	2310.72	2341.81	2079.64	2107.63
	2	2419.07		2177.16	
	3	2255.67		2030.10	
	4	2381.80		2143.62	
Maral 45	1	2498.20	2544.92	2248.38	2290.43
	2	2379.30		2141.37	
	3	2669.87		2402.89	
	4	2632.32		2369.09	

El aporte energético del maralfalfa es menor debido a que, posiblemente, el gasto energético que se origina en el trabajo digestivo necesario para su asimilación es alto.

Además pudo haber influido el aporte energético suministrado por el ELN, y el aporte de fibra, produciendo un mayor gasto de energía en la función digestiva para asimilar, ya que es más prolongada y laboriosa, tal como lo afirman Florez y Salazar<sup>83</sup>.

**Figura 16. Energía Metabolizable (Kcal/kgms).**



### 6.3 EVALUACIÓN DE VARIABLES DE COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

**6.3.1 Consumo de materia seca.** En la Tabla 19 y Figura 17 se indica el comportamiento de los animales con relación al consumo de alimento durante todo el periodo de experimentación. Según el análisis de varianza (Anexo 31), se presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos. Al efectuar la prueba de Tukey (Anexo 32), se confirma que para este parámetro el T2, king grass de 45 días, con 59.54 g, presenta un consumo estadísticamente superior ( $P < 0.01$ ) respecto a los demás tratamientos.

Entre los tratamientos T4, maralfalfa de 45 días, con 54.63 g y T1, king grass de 30 días con 52.48 g respectivamente, hay uniformidad en el consumo a través de las diferentes etapas de experimentación, y el menor valor lo representó el T3, maralfalfa de 30 días, con 50.02 g; que es diferente estadísticamente a T4 y a T1, como se muestra en la Tabla 19 y la Figura 17.

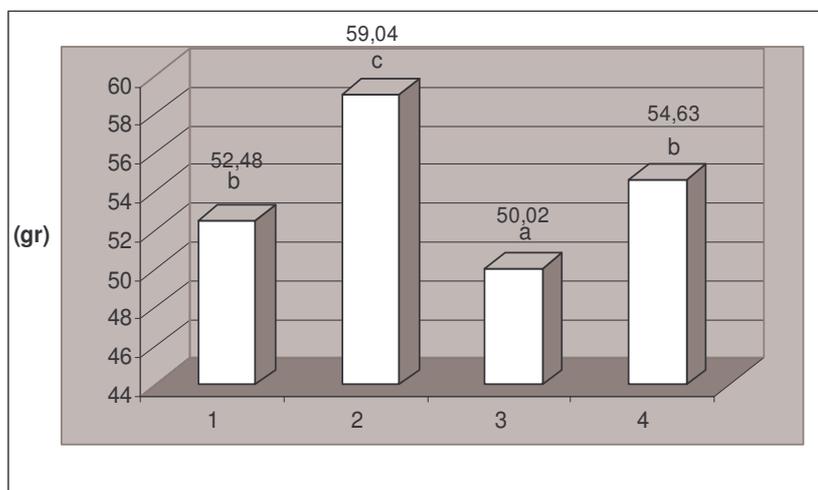
<sup>83</sup> FLOREZ, R.L.E., SALAZAR P.G.P., y CAYCEDO V. A. Digestibilidad Aparente de forrajes arbóreos y maíz en cuyes. Tesis Zootecnista. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia. 1995. p 121.

**Tabla 19. Consumo promedio con base a materia seca por animal día (g).**

Semanas	T1	T2	T3	T4
2	37.28	41.94	35.53	38.42
4	41.01	46.13	39.09	42.26
6	45.93	51.67	43.78	47.34
8	51.44	57.87	49.03	53.02
10	58.13	65.39	55.41	59.91
12	64.52	72.59	61.50	66.50
13	69.04	77.67	65.81	71.15
Promedio	52.48	59.04	50.02	54.63

Se observó que el consumo de alimento concentrado en cada uno de los tratamientos presentó gran apetencia, debido a su composición (Anexo 37), con lo cual se llenaron parte de sus requerimientos nutricionales, realizando un complemento de su dieta con los forrajes; lo que confirma que el animal regula su consumo de acuerdo a sus requerimientos Maynard<sup>84</sup>.

**Figura 17. Consumo promedio con base a materia seca por animal día (g).**



Así mismo, se observó que los animales tuvieron mayor preferencia por el consumo de King grass respecto al maralfalfa, notándose que el rechazo del King grass fue menor con respecto al maralfalfa, esto pudo deberse

<sup>84</sup> MAYNARD, Op, Cit. P 243.

fundamentalmente al estado productivo, el cual se favoreció con las condiciones climáticas del medio donde se realizó el experimento.

El pasto maralfalfa tiene en su composición un nivel ligeramente más alto de fibra, posiblemente esto pudo afectar el consumo de las dietas.

De igual manera, los resultados demuestran que el consumo de alimento de los diferentes tratamientos, de acuerdo con Cheeke <sup>85</sup>, estuvo regido ante todo por la concentración energética de la ración, ya que el nivel proteico de todos los tratamientos cubría las necesidades del animal.

En las fotografías 10 y 11 se observa el pesaje de los animales y la ubicación de los animales de acuerdo a los tratamientos en la prueba de comportamiento.

#### **Fotografía No. 10 Pesaje de los animales**



---

<sup>85</sup> CHEEKE, Op. Cit. P 90.

### Fotografía No. 11 Ubicación en las jaulas.



**6.3.2 Incremento de peso.** En la Tabla 20 y Figura 18, se presentan los resultados de incremento de peso por animal. Según el análisis de varianza (Anexo 33), se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos. De acuerdo a la prueba de Tukey (Anexo 34), se determinó que hay diferencias de T1 respecto a T2, T3 y T4, además T2 con T3. El T2 y T4 (8.82 y 8.65) fueron superiores ( $P < 0.01$ ) con relación a los tratamientos T3 con 8.36g, y T1 con 7.79g; así mismo el T1 con relación a T3.

Los mayores incrementos de peso registrados con los tratamientos T2 y T4 se debieron posiblemente a las características de los forrajes a esta edad, en la cual el animal encontró un balance de “energía-proteína”, por su mayor contenido de materia seca, y gran adaptabilidad para el consumo por parte de los animales.

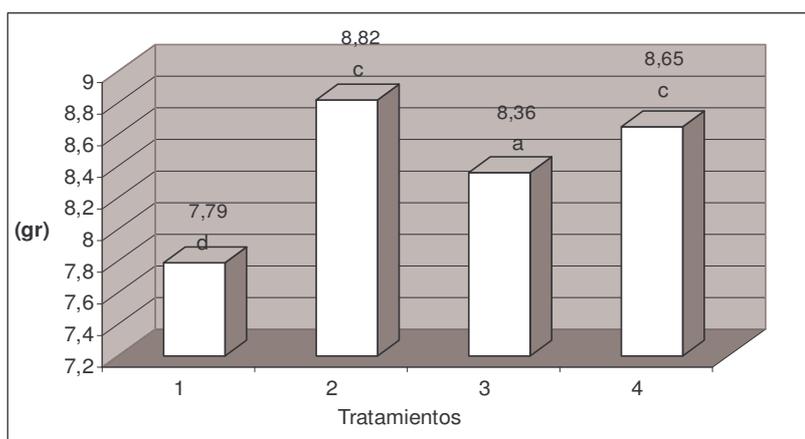
Los tratamientos con incrementos de peso bajos presentaron un menor consumo de alimento y, por consiguiente, los coeficientes de digestibilidad también son bajos, lo que conlleva a un menor aporte de nutrientes que no alcanzó a ser llenado por la dieta suplementaria.

**Tabla 20. Incremento de peso en cuyes alimentados con King grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento (g).**

	T1	T2	T3	T4
	7.86	8.68	8.51	8.85
	7.64	8.90	7.77	8.56
	8.10	8.92	8.68	8.77
	7.58	8.77	8.48	8.44
Promedio	7.79	8.82	8.36	8.65

El king grass, con un contenido de proteína superior al maralfalfa, vendría a ser digerido por el cuy más eficientemente. Con esto se ratifica lo anotado por Aliaga,<sup>20</sup> cuando al analizar varios trabajos sobre digestibilidad de proteína en cuyes, concluye que estos animales utilizan mejor la proteína de alimentos energéticos y proteicos respecto a los rumiantes, debido a su fisiología digestiva, al efectuar primero una digestión enzimática en el estomago luego microbiana en el ciego y colon.

**Figura 18. Incremento de peso promedio por animal (g).**



Analizando los resultados para el incremento de peso, el T2, correspondiente a king grass de 45 días, con respecto a los demás tratamientos indica que este parámetro fue superior significativamente.

**6.3.3 Conversión alimenticia.** En la Tabla 21 y Figura 19 se presentan los resultados obtenidos en la conversión alimenticia. Así mismo, el análisis de varianza (Anexo 35).

De acuerdo a los resultados obtenidos en este parámetro durante todo el periodo experimental, la prueba de Tukey (Anexo 36) presentó diferencias estadísticas entre tratamientos T1 respecto a T2, así mismo T3 comparado con T4; sin embargo, el T2, king grass de 45 días (6.69), presentó una conversión ligeramente mejor respecto a los demás tratamientos, en su orden le sigue el T1 (6.79), el T4 (6.31) y el T3 con 6.01.

<sup>20</sup> ALIAGA, L. Op, cit, p 148.

**Tabla 21. Conversión alimenticia en cuyes alimentados con King grass y maralfalfa a diferentes estados de crecimiento.**

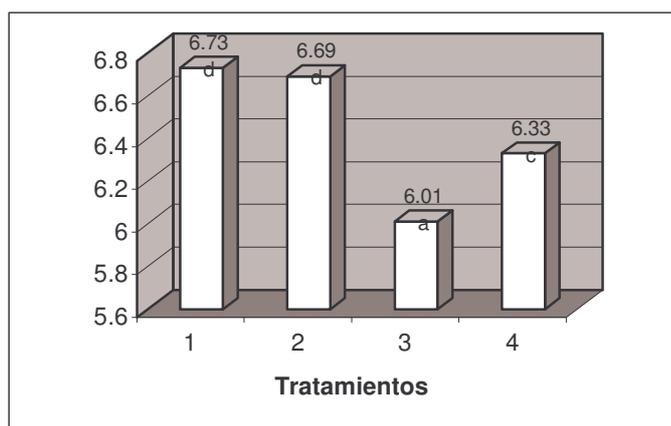
	T1	T2	T3	T4
	6.07	6.52	6.0	6.32
	6.96	6.68	6.01	6.30
	6.94	6.85	6.03	6.23
	6.86	6.88	6.04	6.33
Promedio	6.73	6.69	6.01	6.31

CAICEDO: Los promedios se encuentran dentro del rango que para estos pastos más suplemento oscila entre 5- 7.

Los resultados de conversión alimenticia indican que el cuy posee una gran capacidad para aprovechar las propiedades nutritivas de estos pastos.

La mejor conversión alimenticia obedeció presumiblemente a que el consumo de alimento y el incremento de peso fueron uniformes dado que los forrajes de estos tratamientos presentaron un buen nivel de nutrientes. Además es probable que se deba a que la dieta suplementaria en gran parte llenó el déficit de nutrientes y, por ende, estos animales de estos tratamientos suplieron sus requerimientos. En este sentido, Chauca<sup>87</sup> señala que un animal bien alimentado exterioriza mejor su bagaje genético y mejora notablemente su conversión alimenticia.

**Figura 19. Conversión alimenticia.**



<sup>87</sup> CHAUCA. Op.cit.p 86.

**6.3.4 Análisis económico.** Los costos de cada uno de los elementos forrajeros king grass y maralfalfa se calcularon con base en su disponibilidad en la región donde se realizó el experimento.

En la Tabla 22 se presenta la evaluación económica de cada uno de los tratamientos, considerados para su análisis como factor variable en el presente estudio. Los costos del alimento se analizaron con base en su consumo por animal y por tratamiento durante toda la fase experimental.

Al ser una prueba comparativa, el costo del alimento para los diferentes tratamientos es prácticamente igual, pues se dio iguales condiciones para esta variable.

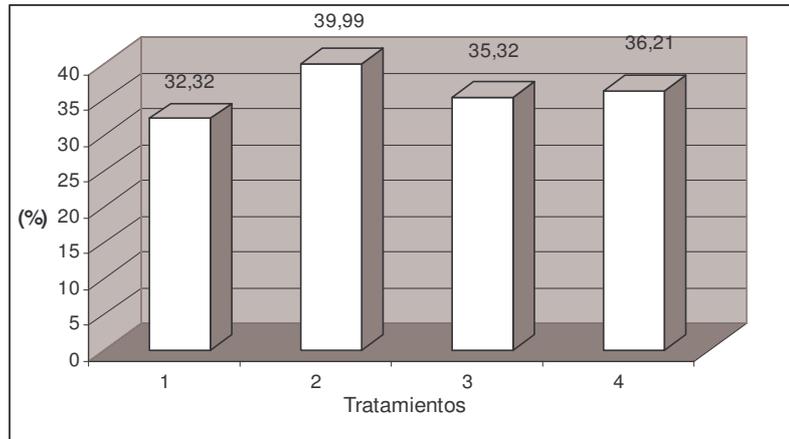
Los costos de producción por animal, en todos los tratamientos, se distribuyeron así: T4 con valor de \$10.749, el T3 con \$10.737, el T2 con \$10.731 y el T1 con \$ 10.693, que fue el de menor costo. Sin embargo, el T2 produjo el mejor ingreso neto por animal (\$ 4.291) con respecto a los demás tratamientos.

La rentabilidad más baja se presentó en el T1 (32.32%), el cual demostró resultados inferiores a los tratamientos T2 (39.99%), T4 (36.21%) y T3 (35.32%), estos datos permiten afirmar que la utilización del king grass de 45 días en las raciones de cuyes de engorde dan una mayor rentabilidad generada por los mayores incrementos de peso (figura 20).

**Tabla 22. Costos de producción de los diferentes tratamientos: T1 king grass 30 días, T2 king grass 45 días, T3 maralfalfa 30 días, T4 maralfalfa de 45 días**

<b>RUBROS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>1 COSTOS FIJOS</b>				
Animales	64000	64000	64000	64000
Mano de obra	9000	9000	9000	9000
Adecuación				
Instalaciones	10500	10500	10500	10500
Subtotal	83500	83500	83500	83500
<b>2 COSTOS VARIABLES</b>				
Alimento	36000	36600	36700	36900
Droga e insumos	9500	9500	9500	9500
Transporte	6000	6000	6000	6000
Intereses	36098	36098	36098	36098
Subtotal	87598	88198	88298	88498
Costos totales	171098	171698	171798	171998
Costo promedio				
Animal	10693.62	10731.12	10737.37	10749.87
<b>3 INGRESOS</b>				
Venta animales	226400	240368	232480	234288
Ingreso bruto				
Por animal	14150	15023	14530	14643
Ingreso neto				
Por animal	3456.37	4291.87	3793.62	3893.12
Rentabilidad (%)	32.32	39.99	35.32	36.21

**Figura 20. Rentabilidad obtenida en los diferentes tratamientos (%).**



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

- Las variables agronómicas son estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos, en favor del pasto king grass.
- El pasto King grass se adaptó más fácilmente a las condiciones del suelo y, además, no fue exigente en fertilización, lo contrario del pasto maralfalfa.
- La producción de forraje verde y materia seca de los pastos maralfalfa y King grass se incrementaron con la edad.
- La altura de los forrajes aumentó a medida que la edad de corte era mayor.
- La edad de corte influyó significativamente en la composición química, modificando su valor nutricional, menor contenido de proteína, pero con un mayor contenido de ms, FDA, FDN, y demás componentes estructurales.
- La utilización del pasto maralfalfa, por sus requerimientos de fertilidad de suelo, fertilización y adaptación al medio, requiere de un estudio más detallado.
- Gran parte de las variables de digestibilidad, en todos los tratamientos, presentaron diferencias estadísticas significativas en materia seca, proteína, fibra cruda fibra neutra, energía metabolizable, energía digestible, razón nutritiva, extracto libre de nitrógeno y hemicelulosa, no se encontraron diferencias en NDT y fibra detergente ácida. En general, el pasto king grass presentó mejores índices de digestibilidad.
- En materia seca, el mayor coeficiente de digestibilidad lo presentó el T2 (King grass de 45 días) y el más bajo el T3 (maralfalfa de 30 días) con 67.2 y 60% respectivamente.
- En la fracción proteína, el King grass de 45 días presentó un mayor valor en la digestibilidad aparente, con 77.6%.

- El extracto etéreo mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos, el King grass de 45 días representó una leve mejoría con respecto al pasto maralfalfa de 45 días, con 63.75% y 60.89% de manera respectiva.
- Para los nutrientes fibra cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, la mayor digestibilidad se presentó en el T2, correspondiente al king grass de 45 días.
- El consumo de alimento fue superior en los tratamientos T1 y T2, King grass de 30 y 45 días de edad, al compararlos con el pasto maralfalfa.
- Para las regiones de clima medio, con las características propias de la zona donde se realizó el ensayo, aunque fue más bajo el maralfalfa, puede constituir el elemento básico en la alimentación de cuyes.
- Los animales sometidos a los tratamientos T2 y T4, king grass y maralfalfa de 45 días, alcanzaron mejores incrementos de peso, presentándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, igual situación se pudo apreciar para la variable conversión alimenticia.
- El mejor comportamiento técnico económico lo presentaron los tratamientos T2 y T4, King grass y maralfalfa de 45 días, con una rentabilidad de 39.99 y 36.21% respectivamente.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

- Para tener una mayor certeza del comportamiento agronómico, químico y nutricional del pasto maralfalfa, es necesario estudiarlo en diferentes zonas de vida, ya que se observó un comportamiento diferente a lo reportado hasta ahora.
- Realizar estudios con diferentes niveles de king grass y maralfalfa en la digestibilidad de sus nutrientes.
- Efectuar estudios de digestibilidad con asociaciones de estos pastos con leguminosas.
- Evaluar la digestibilidad de los pastos king grass y maralfalfa en diferentes zonas, ya que, de alguna manera, puede influir en la degradabilidad de estos alimentos.

- Se deben realizar estudios de comportamiento de otras características importantes, como degradabilidad, para hacer una mejor caracterización del pasto maralfalfa.
- Establecer los pastos evaluados con asociación en mezcla con leguminosas en la alimentación de cuyes.
- Efectuar estudios desde el punto de vista nutricional con diferentes niveles de King grass y maralfalfa en la alimentación de esta especie animal.
- Dar a conocer y difundir entre los productores de cuyes de la región los beneficios de estos pastos en la alimentación de cuyes.

## 8. BIBLIOGRAFIA

AOAC. Official Methods of Analysis. Ass.Of. Agricultural Chemist. 16th ed Washington. 1995, p.76, 80

AGROVET. Plantación maralfalfa [en línea] (Colombia) 2005 [Citado 04-09-05] Disponible en Internet : <URL:<http://www.Agrovet.org/cultivos.html>>.

ALIAGA, Luís. Producción de cuyes. Lima: Universidad Nacional del Centro. Facultad de Ciencias Agrarias, 1990. p. 327.

APRAEZ, E. Análisis químico de los alimentos. Pasto, Universidad de Nariño, 1992. 175.

BENITEZ, C. Los pastos en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba : Pueblo y educación. 1983. p 116.

BERNAL. Jorge. Pastos y forrajes tropicales. 3ª Ed. Bogotá, Colombia. Buda. 1994. p44.

BURBANO, H. Las enmiendas orgánicas. En: Fertilización de cultivos. Bogotá, Colombia 1998.

CAYCEDO, Alberto. Experiencias Investigativas en la producción de cuyes. Pasto (Colombia): Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, 1993. p. 235.

CAICEDO V. A, ALMEIDA D. A. Y CORDOBA S. Digestibilidad aparente de los forrajes kikuyo, vaina de haba, ramio, y King grass en cuyes tipo carne. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia. 1991. p131.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Establecimiento y renovación de pasturas. Veracruz. México. 1998. p 426.

COBO. Jose y FERNÁNDEZ, Armando. Utilización del Ramio (*Bohemeria nivea*) y alfalfa (*Medicago sativa*) en mezcla de pasto King grass (*Saccharum sinense*) y Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) alimentación de cuyes de engorde. Pasto. Colombia, 1995 p 49. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

CRAMTON, HARRIS, N. Nutrición Animal Aplicada. 2ª Ed. Acribia. Zaragoza, España. 1980. p 290.

CORREA, S. Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos, proteicos y fibrosos en cuyes. Lima, Perú 1994. pag 61. Trabajo de grado (Ingeniero Zootecnista). Universidad de Nacional Agraria la Molina.

CHEEKE, Peter. Alimentación y nutrición del conejo. 1 Edición. Zaragoza, España: Ed: Acribia, 1995, p 429.

CHAUCA, Lilia. Sistemas de producción de cuyes. En: Crianza de cuyes. Serie didáctica. INIA. Lima Perú. 1994. p 86.

CHURCH, C. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición. México, Acribia 1996. p 123.

CHURCH, D y POND, W. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales, 6 ed, México: UTEHA, 1988, p. 43.

DONALD. P. Nutrición Animal. Ed, ACRIBIA. Zaragoza. España. 1995,p 518.

E.O.T. Municipio de Nariño. Alcaldía Municipal, Colombia, 2000. p 23.

FORO ZOO TECNO CAMPO. Cultivo de pasto maralfalfa.[en línea](Colombia) 2004 [Citado 03-09-05 ] Disponible en Internet : <URL:[http://www.Zoe\\_tecno\\_campo .org/pasto -forrajes .2004.html](http://www.Zoe_tecno_campo .org/pasto -forrajes .2004.html)>.

FLOREZ, RLE., SALAZAR PGP., y CAYCEDO V. A. Digestibilidad aparente de forrajes arbóreos y maíz en cuyes. Tesis Zootecnista. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia. 1995. p 121.

GIRALDO, L. A. Manejo y utilización de pasturas. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia 1996, p 359.

GANADERÍA DE LECHE. Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades (Parte Primera). (Colombia) 2004 [Citado 08-09-05 ] Disponible en Internet : <URL:[http://www.Ergomix .org/Ganadería\\_de\\_leche/forrajes.html](http://www.Ergomix .org/Ganadería_de_leche/forrajes.html)>

GUZMÁN, P. Pastos y forrajes de Colombia. 2ª Ed. Bogotá, Colombia: Editores. 1998 p. 448.

HAJDUK W. Reseña de la maralfalfa. En: memorias del I seminario nacional del pasto maralfalfa. 2004, Medellín. p.14.

LAREDO, C, M. Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia. ICA- Colanta 1985, p 156.

LEGARDA, L. LAGOS, T y VICUÑA, E. Diseño de experimentos agropecuarios. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 2001, p 102,103.

MAYNARD, LEONARD. Nutrición Animal. México, Mc Graw Hill 1981, p 67.

Mc DONALD., et al. Nutrición animal. Zaragoza, España. Ed Acribia. 1995, p 576.

MEDINA L. Rendimiento y composición química de pastos. 1990. p 2-5.

MOLINA E. Shirley J. Evaluación agronómica y bromatológica del pasto maralfalfa cultivado en el valle del Sinú. Medellín. 2005, p156. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

MORENO, A. y CHAVES, Y. Curso sobre cuyes. Pasto, Colombia, ICA, 1980. p 60.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requeriments of laboratoy animals. National Academy of Science. Washington. 1978, p.96. (NRC).

OSORIO F. Efecto del manejo alimentario sobre el sistema especializado de producción lechera. En: memorias Seminario Nacional de Lechería Especializada: Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad. 2004, p 45.

OSKORV, O. Nutrición proteica de los rumiantes. España. Acribia, 1982, p 176.

PASTO MARALFALFA. <URL: <http://www.maralfalfa.com/spanish/origen.html>

PEÑA, Manuel. Fitotecnia de los pasto. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.1995. p. 57.

RAMÍREZ G. Pasto maralfalfa, un manjar para hatos ganaderos. En: El Colombiano (jul 23 – 2003).

RODRIGUEZ, M. El pasto kingrass. Revista del Campo. Bogotá, Colombia. 1989. p 25.

ROJO A, y RUIZ A. Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal. INIA. Madrid, España. 2002, p 23.

SERNA. R. Pasto king grass (*Saccharum sinense*). Bogotá, Colombia. En: Carta Ganadera. Vol. 6 .2002. p.35.

Enfermedades que dañan los pastos.[en línea] (Colombia) [Citado 20-05-2008] Disponible en Internet:

URL:<http://www.mundo-pecuario.com/tema195/enfermedades.html>"

SOTO, C.P. Producción de biomasa y composición bromatológica del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) a tres edades de corte en el municipio de Rionegro (Antioquia), informe final pasantía de Zootecnia, Departamento de producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Medellín 2004.

SOTO, L. Digestibilidad y consumo del pasto kikuyo (*Pennisetum hibryduim*) en ovinos bajo fertilización nitrogenada. Programa de estudios para graduados en ciencias agrícolas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 1980. p. 83.

SKERMAN, P. y RIVEROS, F. Gramíneas tropicales. FAO. Producción y protección vegetal. 1997, p. 849.

TEXEIRA J,C. y ANDRADE G. Carboidratos na alimentação de ruminantes. En: Il Simpósio de Forragicultura e Pastagens – NEFOR – UFLA. 2001, p.58.

VAN SOEST, Peter. Nutritional ecology of the ruminant. New York : Cornell University Press. 1994 p 95.

VARGAS, B. Tres distancias de siembra y tres niveles de nitrógeno en king grass. Bogota, Colombia. En: Pastos tropicales. Vol. 45. 1993. p44.

VASQUES, E. y TORRES, S. Fisiología vegetal. La Habana Cuba: Pueblo y Educación 1987, p 476.

VERGARA. Raúl. Nutrición y alimentación del cuy. Lima (Perú). Universidad de Nacional Agraria. 1992. p.85.

WHITE R,O., Moir, TRG y COOPER, J. Las gramíneas en la agricultura. Organización de las Naciones para la Agricultura y Alimentación FAO. Roma, Italia.1999, p.464.

# ANEXOS

**Anexo 1. Análisis de varianza producción de biomasa seca para comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl.	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor	0,0008			
Entre grupos	50.2214	3	16.7405	16.74
Repetición	8.8	8	1.0	
Total (Corr.)	58.2214	11		

**Anexo 2. Prueba de Tukey producción de biomasa seca para comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Frec.	Media
M30	3	6.88
M45	3	9.06
K30	3	10.78
K45	3	12.39

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30 - K45	-1.61	1.88285
K30 - M30	*3.9	1.88285
K30 - M45	1.72	1.88285
K45 - M30	*5.51	1.88285
K45 - M45	*3.33	1.88285
M30 - M45	*-2.18	1.88285

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 3. Análisis de varianza para índice de área foliar para comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor	0,0001			
Entre grupos	112.874	3	37.6246	37.62
Repetición	8.8	8	1.0	
Total (Corr.)	120.874	11		

**Anexo 4. Prueba de Tukey para índice de área foliar para comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos Frec. Media

M30	3	6.18
K30	3	6.71
M45	3	12.09
K45	3	12.98

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30 - K45	*-6.27	1.88285
K30 - M30	0.53	1.88285
K30 - M45	*-5.38	1.88285
K45 - M30	* 6.8	1.88285
K45 - M45	0.89	1.88285
M30 - M45	*-5.91	1.88285

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 5. Análisis de varianza para altura de planta para comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0,0001				
Entre grupos	13958.8	3	4652.93	547.40
Repeticiones	68.8	8	8.5	
Total (Corr.)	14026.8	11		

**Anexo 6. Prueba de Tukey para altura de planta para comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos Frec. Media

M30	3	68.73
K30	3	74.6
M45	3	134.4
K45	3	144.37

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30 - K45	*-69.77	5.4894
K30 - M30	* 5.87	5.4894
K30 - M45	*-59.8	5.4894
K45 - M30	* 75.64	5.4894
K45 - M45	* 9.97	5.4894
M30 - M45	*-65.67	5.9844

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 7. Análisis de varianza para profundidad radicular para comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
Entre grupos	41.96	3	13.9867	21.87
Repeticiones	5.1156	8	0.63945	
Total (Corr.)	47.0756	11		

**Anexo 8. Prueba de Tukey para profundidad radicular para comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos Frec. Media

K30	3	23.0
M30	3	23.33
M45	3	26.33
K45	3	27.3

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30 - K45	*-4.33	1.50563
K30 - M30	-0.33	1.50563
K30 - M45	*-3.33	1.50563
K45 - M30	* 4.0	1.50563
K45 - M45	1.0	1.50563
M30 - M45	*-3.0	1.50563

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 9. Análisis de varianza para la digestibilidad de la materia seca, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0.0969				
Entre grupos	108.281	3	36.0935	2.64
Repeticiones	163.843	12	13.6536	
Total (Corr.)	272.123	15		

**Anexo 10. Prueba de Tukey para la digestibilidad de la materia seca, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos Frec. Media

M30	4	62.275
M45	4	65.832
K30	4	67.20
K45	4	69.44

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30- K45	-3.6125	5.69284
K30 - M30	3.5875	5.69284
K30 – M45	-1.3675	5.69284
K45 – M30	*7.17	5.69284
K45 – M45	2.245	5.69284
M30 – M45	-4.925	5.69284

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 11. Análisis de varianza para la digestibilidad de la proteína, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0.0269				
Entre grupos	140.92	3	46.9732	4.37
Repeticiones	129.136	12	10.7613	
Total (Corr.)	170.056	15		

**Anexo 12. Prueba de Tukey para la digestibilidad de la proteína, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos Frec. Media

M30	4	69,3538
M45	4	72,4762
K30	4	73,4293
K45	4	77,6057

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30- K45	-4,17636	5.05404
K30 - M30	4.07548	5.05404
K30 – M45	1.23	5.05404
K45 – M30	*8.25	5.05404
K45 – M45	*5.405	5.05404
M30 – M45	-2.845	5.05404

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 13. Análisis de varianza para la digestibilidad del Extracto etéreo, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0,0468				
Entre grupos	192.425	3	64.1417	3.58
Repeticiones	215.0	12	17,9167	
Total (Corr.)	407.425	15		

**Anexo 14. Prueba de Tukey para la digestibilidad del Extracto etéreo, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos Frec. Media

M30	4	54,3576
M45	4	60,8977
K30	4	61,1876
K45	4	63,75

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30- K45	-2,56242	6.5229
K30 - M30	*6.83001	6.5225
K30 – M45	0,289969	6.5225
K45 – M30	*9.39243	6.5225
K45 – M45	2,85239	6.5225
M30 – M45	*-6.54004	6.5225

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 15. Análisis de varianza para la digestibilidad de la fibra cruda, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0,0524				
Entre grupos	104.625	3	34.8751	1.70
Repeticiones	245.491	12	20.4576	
Total (Corr.)	350.116	15		

**Anexo 16. Prueba de Tukey para la digestibilidad de la fibra cruda, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos Frec. Media

M30	4	54.5525
K30	4	58,2905
M45	4	58,6621
K45	4	61,6021

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30 - K45	-3,31159	17.6162
K30 - M30	3.73806	17.6162
K30 - M45	-0,37159	17.6162
K45 - M30	*7.04965	17.6162
K45 - M45	2,94	17.6162
M30 - M45	-4.10965	17.6162

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 17. Análisis de varianza para la digestibilidad de la fibra detergente neutra, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0.0523				
Entre grupos	122.633	3	40.8775	3.43
Intra grupos	142.973	12	11.9144	
Total (Corr.)	265.60	15		

**Anexo 18. Prueba de Tukey para la digestibilidad de la fibra detergente neutra, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTOS Frec. Media

M30	4	63.9628
K30	4	68,1882
M45	4	68,5775
K45	4	71,748

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30- K45	-3,55979	13.4318
K30 - M30	4.22535	13.4318
K30 – M45	-0,38933	13.4318
K45 – M30	*7.78514	13.4318
K45 – M45	3,17046	13.4318
M30 – M45	-4.614668	13.4318

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 19. Análisis de varianza para la digestibilidad de la fibra detergente Acida, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0.3724				
Entre grupos	42.2358	3	14.0786	1,44
Repeticiones	148.221	12	12.3518	
Total (Corr.)	190.457	15		

**Anexo 20. Análisis de varianza para la digestibilidad de la hemicelulosa, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0.0003				
Entre grupos	694.923	3	231.641	14.38
Repeticiones	193.357	12	16.1131	
Total (Corr.)	888.2	15		

**Anexo 21. Prueba de Tukey para la digestibilidad de la hemicelulosa, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos Frec. Media

M30	4	52.8721
M45	4	57,2193
K30	4	63,8959
K45	4	70,2195

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30- K45	*-6,32354	15.6202
K30 - M30	*11.0238	15.6202
K30 – M45	*6,67666	15.6202
K45 – M30	*17.3474	15.6202
K45 – M45	*13,0002	15.6202
M30 – M45	-4.34715	15.6202

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 22. Análisis de varianza para la digestibilidad de extracto libre de nitrógeno, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0,0066				
Entre grupos	166.057	3	55.3524	6.70
Repeticiones	99.1578	12	8.26315	
Total (Corr.)	265.215	15		

**Anexo 23. Prueba de Tukey para la digestibilidad de extracto libre de nitrógeno, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO Frec. Media

M30	4	69.765
K30	4	73.08
K45	4	75.07
M45	4	78.655

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30- K45	-1.99	4.42873
K30 - M30	3.315	4.42873
K30 – M45	*-5.575	4.42873
K45 – M30	*5.305	4.42873
K45 – M45	-3.585	4.42873
M30 – M45	*-8.89	4.42873

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 24. Análisis de varianza para la digestibilidad de los nutrientes digestibles totales, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0.6234				
Entre grupos	23.5776	3	7.85921	0.61
Repeticiones	155.514	12	12,9595	
Total (Corr.)	179.092	15		

**Anexo 25. Análisis de varianza para la razón nutritiva, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0,0000				
Entre grupos	23,6624	3	7,88747	286.12
Repeticiones	0,330802	12	0.0275669	
Total (Corr.)	23.9932	15		

**Anexo 26. Prueba de Tukey para la razón nutritiva, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos Frec. Media

K30	4	4,30966
K45	4	4,43107
M30	4	6,33724
M45	4	7,13286

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30- K45	-0,121403	0,646085
K30 - M30	*-2,02758	0,646085
K30 – M45	*-2,82319	0,646085
K45 – M30	*-1,90618	0,646085
K45 – M45	*-2,70179	0,646085
M30 – M45	*-0,795612	0,646085

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 27. Análisis de varianza para la energía digestible, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor	0,0001			
Entre grupos	2.88675	3	962251.0	270.42
Repeticiones	292958.0	12	24413.1	
Total (Corr.)	31797.1	15		

**Anexo 28. Prueba de Tukey para la energía digestible, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje HSD de Tukey

Tratamientos Frec. Media

M30	4	2341.82
M45	4	2544.92
K30	4	3152.92
K45	4	3377.91

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30 – K45	-224.998	240.723
K30 – M30	*811.095	240.723
K30 – M45	*607.987	240.723
K45 – M30	*1036.09	240.723
K45 – M45	*832.985	240.723
M30 – M45	-203.108	240.723

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 29. Análisis de varianza para la energía metabólica, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor	0,0001			
Entre grupos	2.33827	3	779422.0	39.41
Repeticiones	237300.0	12	19775.3	
Total (Corr.)	2.57557	15		

**Anexo 30. Prueba de Tukey para la energía metabólica, comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje HSD de Tukey

Tratamientos Frec. Media

M30	4	2107.63
M45	4	2290.43
K30	4	2837.62
K45	4	3040.11

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30 – K45	-202.497	216.653
K30 – M30	*729.982	216.653
K30 – M45	*547.185	216.653
K45 – M30	*932.485	216.653
K45 – M45	*749.682	216.653
M30 – M45	-182.803	216.653

\* Indica diferencias significativas.

**Anexo 31. Análisis de varianza para consumo de materia seca para comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F
P-Valor 0,0001				
Entre grupos	175.768	3	58.5894	348.85
Repeticiones	2.0154	12	0.16795	
Total (Corr.)	177.784	15		

**Anexo 32. Prueba de Tukey para consumo de materia seca para comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos Frec. Media

M30	4	50.02
K30	4	52.48
M45	4	54.63
K45	4	59.04

Contraste	Diferencias	+/- Límites
K30 -- K45	*-6.56	0.631387
K30 -- M30	*2.46	0.631387
K30 – M45	*-2.15	0.631387
K45 – M30	*9.02	0.631387
K45 – M45	*4.41	0.631387
M30 – M45	*-4.61	0.631387

\* indica diferencias significativas.

**Anexo 33. Análisis de varianza para incremento de peso comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad	Gl	cuadrado medio	cociente- F
P-Valor	0,0006			
Entre grupos	2.142707	3	0.809023	12.14
Repeticiones	0.799875	12	0,066656	
Total (Corr.)	3.22694	15		

**Anexo 34. Prueba de Tukey para incremento de peso comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos frecuencia media

K30	4	7.795
M30	4	8.36
M45	4	8.655
K45	4	8.817

Contrastes	Diferencias	+/- Limites
K30 – K45	*-1.0225	0.397765
K30 – M30	*-0.565	0.397765
K30 – M45	*-0.86	0.397765
K45 – M30	* 0.457	0.397765
K45 – M45	0.1625	0.397765
M30 – M45	-0.295	0.397765

\* Indica diferencias significativas.

**Anexo 35. Análisis de varianza para conversión alimenticia comparación entre king grass y maralfalfa.**

Fuente	Sumas de cuad	Gl	cuadrado medio	cociente- F
P-Valor	0,0548			
Entre grupos	0,67355	3	0,224517	3.37
Repeticiones	0,80015	12	0,066679	
Total (Corr.)	1.4737	15		

**Anexo 36. Prueba de Tukey para conversión alimenticia comparación entre king grass y maralfalfa.**

Método: 99,99 porciento Tukey HSD  
Tratamientos frecuencia medias

K45	4	4,22
M30	4	4,51
K30	4	4,70
M45	4	4,73
Contraste	Diferencias	+/- Limites
K30 – K45	*0.4875	0.397833
K30 – M30	0.1975	0.397833
K30 – M45	-0.025	0,397833
K45 – M30	-0.29	0,397833
K45 – M45	*-0.5125	0,397833
M30 – M45	-0.2225	0,397833

\* Indica diferencias significativas.

**Anexo 37. Composición química del concentrado.**

FRACCION DETERMINADA	PORCENTAJE
Humedad	13
Materia seca	87
Ceniza	10
Extracto etéreo	3.0
Proteína	20
Fibra cruda	9.0
ELN	60
NDT	58

Fuente: solla

### Anexo 38. Análisis bromatológico y heces.

	K30		K45		M30		M45	
	Alim.	Heces	Alim.	Heces	Alim.	Heces	Alim.	Heces
Humedad	68,86	18,5	68,39	18,50	80,12	18,06	79,65	24,65
Materia seca	23,9	88,1	25,4	81,50	19,88	81,94	20,35	75,35
Ceniza	4,7	18,7	15,47	18,27	18,88	22,38	19,87	23,7
Extracto etéreo	2,5	2,84	2,60	2,94	2,38	2,72	2,68	3,02
Fibra cruda	32,7	39,92	32,00	39,22	34,16	41,16	32,94	40,16
Proteína	13,9	10,18	13,26	9,72	10,56	8,58	9,64	8,12
E.N.N	36	28,36	36,59	29,85	34,03	25,1	34,95	25,00
Energía ( Kcal/100g)	227	162,0	226,1	168,2	205,5	155,0	204,0	152,7
F.D.N.	67,2	62,57	68,06	62,94	61,50	60,02	62,82	60,19
F.D.A.	46,5	40,59	50,20	45,53	42,70	36,53	48,50	41,51
Lignina	17,0	10,04	20,32	14,64	13,99	7,43	18,25	12,17
Celulosa	28,9	30,54	29,88	30,89	28,71	9,10	30,25	29,34
Hemicelulosa	20,8	21,98	17,86	17,41	18,80	23,49	14,32	18,68

Fuente. Laboratorios Especializados Universidad de Nariño

### Anexo 39. Cálculo de fertilizante aplicado a los forrajes.

- Cálculo de fertilización cultivo maralfalfa y King grass

Cantidad de cal aplicada: debido a que el pH es menor de 5.5, en nuestro caso 5.2, se debe aplicar 1.5 toneladas de cal agrícola por hectárea por cada mini equivalente de aluminio intercambiable.

Dentro del análisis se encontró 1.7 meq/100g, por lo que se debe aplicar 2.5 toneladas de cal agrícola por hectárea.

Cálculo de densidades de fertilización:

Datos análisis del suelo,

pH = 5.2

MO =17.8%

P= 4 ppm

K=0.33 meq/100g de suelo.

Densidad aparente 0.8 g/cc.

Profundidad=20cm.

### **Cálculo Nitrógeno total:**

NT = % materia orgánica /20 (constante: 100 partes de MO en el suelo, 20 corresponden al nitrógeno total).

$$NT = 17.8/20$$

$$NT = 0.89\%$$

### **Cálculo Nitrógeno asimilable:**

N =% NT (0.015). (Se estima que entre 1.5% y 3% del N total del suelo corresponde a nitrógeno mineralizable, usualmente se trabaja con este valor).

$$NA = 0.89*0.015$$

NA = 0.01335 de nitrógeno aprovechable.

### **Cantidad de Nitrógeno por hectárea:**

Kg/ Ha de N = (N Asimilable (%)) \* P(Ha) /100

P(Ha)(peso por hectárea)= 100000(constante) \* pr(profundidad)\*pb(densidad aparente del suelo).

$$P(Ha) = 100000*0.8*20$$

$$P(Ha) = 1600000\text{Kg.}$$

Con el peso de una hectárea calculamos lo siguiente:

Cantidad de Nitrógeno Asimilable = N\*P(Ha).

$$= (0.01335*1600000)/100$$

$$= 213 \text{ Kg de N Asimilable.}$$

### **Cantidad de fósforo:**

Cantidad de fósforo = 1/1000000\*P(Ha)\*P(ppm)

Convirtiendo las ppm a Kg/Ha de nutriente:

Kg/Ha = P(Ha)\*ppm de nutriente

$$= 1600000*4 \text{ ppm}$$

$$= 6400000$$

Cantidad de fósforo = 6400000/1000000

$$= 6.4 \text{ Kg de P}$$

multiplico por el factor de conversión para pasar de P a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

$$6.4 \text{ Kg} * 2.29 = 14.65 \text{ Kg de P}_2\text{O}_5$$

### **Cálculo de Potasio:**

Pa = Peso atómico

Va = Valencia

Pb = densidad aparente

Pr = Profundidad

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de Potasio} &= \text{Pa/Va} * \text{Pb} * \text{Pr} * \text{K} \text{ (meq /100g del análisis del suelo)} \\ &= 39/1 * 0.8 * 20 * 0.33 \text{ meq/100g} \\ &= 205.92 \text{ Kg/Ha de K} \end{aligned}$$

convierto el K en K<sub>2</sub>O multiplicando por el factor de conversión que es 1.21

$$205.92 \text{ Kg/Ha de K} * 1.21 = 249.16 \text{ Kg/Ha de K}_2\text{O}.$$

### **REQUERIMIENTOS DE LOS FORRAJES**

Hasta el momento no se conocen datos específicos de los requerimientos de los forrajes King grass y Maralfalfa, puesto que aún se encuentran en estudio.

Sin embargo, se tomaron datos generales que han dado resultados en otros estudios.

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
<b>KING GRASS</b> (Kg/Ha)	290	300	280
<b>MARALFALFA</b> (Kg/Ha)	300	300	300

### **APORTES DE ABONO ORGÁNICO MEZCLA DE GALLINAZA, COMPOST DE CUY, UREA Y PIEDRA FOSFÓRICA.**

Aporte mezcla: 241 kg

kg N      48.26

kg P      6.3

kg K      7.03

Aporte porcentaje.

$$N = 20.02 \%$$

$$P = 2.61 \%$$

$$K = 2.91 \%$$

---

### **Necesidades N, P,K (Kg /ha)**

---

#### **Pasto King Grass**

$$N = \frac{(290 \text{ Kg/ha} - 213 \text{ Kg / ha})}{60} \times 100 = 128.3$$

$$P = \frac{(300 \text{ Kg/ha} - 14.65 \text{ Kg/ha})}{20} \times 100 = 285.35$$

$$K = \frac{(280 \text{ Kg/ha} - 249.16 \text{ Kg/ ha})}{60} \times 100 = 30.84$$

#### **Pasto Maralfalfa**

$$N = \frac{(300 \text{ Kg/ha} - 213 \text{ Kg/ha})}{60} \times 100 = 145$$

$$P = \frac{(300 \text{ Kg/ha} - 14.65 \text{ Kg/ha})}{20} \times 100 = 285.35$$

$$K = \frac{(300 \text{ Kg/ha} - 240.16 \text{ Kg /ha})}{60} \times 100 = 50.54$$

- Fertilizante utilizado /ha  
5020.83 Mezcla total.