

CONSUMO POR EL GANADO, DIGESTIBILIDAD Y  
COMPOSICION QUIMICA DE SEIS GRAMINEAS TROPICALES

Tesis de Grado de *Magister Scientiae*

Luis O. Turriza Escalante

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA  
Centro de Enseñanza e Investigación  
Departamento de Zootecnia  
Turrialba, Costa Rica  
Octubre, 1970

CONSUMO POR EL GANADO, DIGESTIBILIDAD Y  
COMPOSICION QUIMICA DE SEIS GRAMINEAS TROPICALES

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados como  
requisito parcial para optar al grado

de

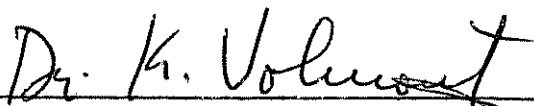
Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

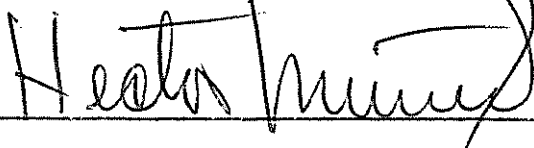
Permiso para su publicación, reproducción total o  
parcial, debe ser obtenida en dicho Instituto

APROBADA:



Consejero

Karel Vohnout, Ph. D.



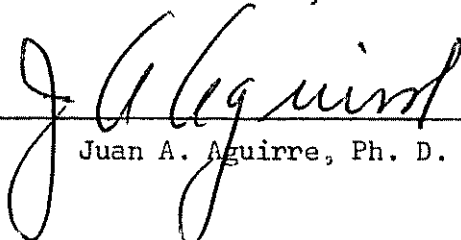
Comité

Héctor Muñoz, Ph. D.



Comité

Oliver Deaton, Ph. D.



Comité

Juan A. Aguirre, Ph. D.

Octubre, 1970

A mis padres

A mi tío Micha

A Sandra

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos:

Al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, por haberme otorgado, a través de la Zona Norte, la beca para la realización de mis estudios de post-grado.

Al Dr. Karel Vohnout, consejero principal, por la acertada guía, oportunos consejos y entusiasmo prestado en el planeamiento y desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. Héctor Muñoz, por su interés y cooperación en el desarrollo de la presente tesis.

Al Dr. Oliver Deaton, por sus acertados consejos.

Al Dr. Gilberto Páez, por su eficiente y desinteresada ayuda en el análisis e interpretación de los resultados.

A los Doctores Juan A. Aguirre y Jorge M. Montoya, por su valiosa colaboración .

A los ayudantes de laboratorio y personal de la finca, por su ayuda y amistad brindada.

## BIOGRAFIA

El autor nació en Campeche, Camp. México, el 25 de junio de 1944. Realizó sus estudios primarios en la Escuela "Justo Sierra Méndez" y de Bachillerato en el "Instituto Campechano" en Campeche. Cursó sus estudios universitarios en la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro" en México, de donde egresó en 1966 con el título de Ingeniero Agrónomo.

En octubre de 1968 ingresó como estudiante graduado al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios de postgrado en la disciplina de Zootecnia, egresando en octubre de 1970.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	xi
ABREVIATURAS DEL TEXTO .....	xii
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITARATURA .....	3
2.1 Factores que afectan el consumo de forrajes .....	3
2.1.1 Manejo de los animales .....	3
2.1.2 Metabolismo .....	3
2.1.3 Clima .....	4
2.1.4 Composición química .....	4
2.1.5 Digestibilidad del forraje .....	4
2.1.6 Especie forrajera, estado vegetativo y manejo de praderas .....	5
2.2 Predicción del valor nutritivo de los pastos tropi- cales .....	5
3. MATERIALES Y METODOS .....	7
3.1 Localización del estudio .....	7
3.2 Pastos .....	7
3.3 Manejo de los animales .....	8
3.4 Información colectada .....	9
3.5 Diseño experimental y análisis estadístico .....	10
4. RESULTADOS Y DISCUSION	
4.1 Efecto de la especie forrajera y edad del pasto sobre el consumo de materia seca, proteína y energía digestible .....	13
4.2 Efecto de la composición química del forraje y peso del animal sobre el consumo de materia seca y energía digestible .....	18
4.3 Efecto de la composición química del forraje, con- sumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad .....	24

	<u>Página</u>
5. CONCLUSIONES .....	29
6. RESUMEN .....	30
6a. SUMMARY .....	32
7. LITERATURA CITADA .....	34
APENDICE .....	42

## LISTA DE CUADROS

Cuadro (Texto)	<u>Página</u>
1 Consumo de materia seca, proteína y energía digestible .....	14
2 Análisis de variancia del consumo de materia seca, proteína y energía digestible .....	15
3 Pruebas de Duncan para consumo de materia, proteína y energía digestible .....	16
4 Efecto de la composición química del forraje y peso del animal sobre el consumo de materia seca de los diferentes pastos .....	19
5 Coeficientes de correlación y regresión del peso de los animales con respecto al consumo de materia seca y energía digestible .....	20
6 Efecto de la composición química del forraje y peso del animal sobre el consumo de energía digestible de los diferentes pastos .....	21
7 Efecto de la composición química del forraje y peso del animal sobre el consumo de materia seca, a diferentes edades de corte .....	22
8 Efecto de la composición química del forraje y peso del animal sobre el consumo de energía digestible, a diferentes edades de corte .....	23
9 Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la materia seca de los diferentes pastos ...	25
10 Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la materia seca, a diferentes edades de corte .....	27



Cuadro (Apéndice)	<u>Página</u>
1    Peso inicial y final de los animales después de cada período experimental .....	43
2    Coeficientes de digestibilidad de la materia seca, proteína, fibra, extracto etéreo y energía .....	44
3    Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad del extracto etéreo de los diferentes pastos ...	45
4    Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad del extracto etéreo, a diferentes edades de corte .....	46
5    Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la energía de los diferentes pastos .....	47
6    Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la energía, a diferentes edades de corte.	48
7    Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la proteína de los diferentes pastos .....	49
8    Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la proteína, a diferentes edades de corte ...	50
9    Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la fibra de los diferentes pastos .....	51
10   Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la fibra, a diferentes edades de corte.....	52

Cuadro (Apéndice)	<u>Página</u>
11 Composición química del forraje ofrecido .....	53
12 Composición química del forraje rechazado .....	54
13 Composición química del forraje consumido .....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura N°		<u>Página</u>
1	Método de recolección de heces .....	8
2	Técnica empleada para separar la orina de las heces .....	9

ABREVIATURAS DEL TEXTO

CM	:	Cuadrado medio
E	:	Energía
ED	:	Energía digestible
EE	:	Extracto etéreo
EEc	:	Consumo de extracto etéreo
F	:	Fibra (pared celular)
Fc	:	Consumo de fibra
FV	:	Fuente de variación
GL	:	Grados de libertad
Hc	:	Consumo de humedad
MS	:	Materia seca
MSc	:	Consumo de materia seca
NRC	:	Consejo Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos de América
P	:	Proteína
Pc	:	Consumo de proteína

## 1. INTRODUCCION

La productividad del ganado en pastoreo está limitada por varios factores entre los que se encuentra el bajo valor alimenticio de los pastos. Por consiguiente, existe la necesidad de estudiar lo que los pastos son capaces de proporcionar para satisfacer los requerimientos nutritivos de los animales. Un conocimiento adecuado de los factores que afectan el valor nutritivo de los pastos, incluyendo dentro de este criterio el consumo de forraje, permitiría predecir lo que el animal puede conseguir en la pradera. Sin embargo, el formular ecuaciones de predicción de consumo de alimentos no es tarea fácil, ya que son numerosos los factores que determinan dicho consumo entre los que se puede mencionar: prácticas de manejo, metabolismo del animal, clima, composición química del pasto, digestibilidad del alimento y factores subjetivos como "palatabilidad".

Se han propuesto muchos índices para estimar el valor nutritivo de los alimentos. Algunos se fundamentan únicamente en la composición química del forraje sin considerar las necesidades del animal. Otros métodos que sí utilizan animales, confunden la evaluación del forraje mediante el uso del animal, con la evaluación del animal mediante el uso de forrajes, como es el caso de medir exclusivamente la productividad del ganado. Un método aceptable para la evaluación de un pasto, lo sería la determinación de la capacidad del forraje para llenar las necesidades nutritivas del ganado, el cual consistiría en medir el consumo de nutrientes y compararlo con dichas necesidades. Sin embargo, hasta el presente, para conocer el consumo de alimentos en pastoreo, se cuenta solo con métodos complejos e imprecisos.

De ahí se deriva la importancia de formular ecuaciones de predicción de consumo de forraje con base a ciertos parámetros de fácil medición, que permitan de una manera rápida y sencilla, conocer lo que los animales en pastoreo están consumiendo. Conociendo el forraje consumido en el pastoreo, se puede suplementar dicho forraje de ser necesario, con alimentos concentrados para lograr un máximo de producción de acuerdo a la capacidad genética del animal. La medición de algunos de estos parámetros pudiera brindar con suficiente precisión, la estimación del consumo de pasto y poder tener a disposición un método fácil de evaluación del forraje. Entre los parámetros de más fácil medición están: la composición química del pasto y el peso del animal. Este último, como estimador del metabolismo.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

1. Evaluar el efecto de la composición química de los alimentos sobre su consumo por bovinos.
2. Establecer ecuaciones de predicción para consumo de alimentos, basadas en el peso del animal y composición química del alimento.
3. Comparar el valor nutritivo de seis especies de gramíneas tropicales, estimado por el consumo de nutrientes.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Factores que afectan el consumo de forrajes

#### 2.1.1 Manejo de los animales

Algunas prácticas de manejo relacionadas con el pastoreo, estabulación, frecuencia de alimentación y administración de concentrados, afectan el consumo de alimentos (13,27,33,49). Se ha observado efectos depresivos en el consumo de forrajes de animales en pastoreo cuando se proporciona alimentos concentrados (13). Por otra parte, se ha observado que animales estabulados aumentan el consumo de alimentos si este se proporciona con mayor frecuencia (27). Sin embargo, el tiempo que los animales permanecen estabulados, influye en la disminución del consumo de pasto cuando los animales vuelven a potrero (33).

#### 2.1.2 Metabolismo

Estudios realizados sobre los efectos del metabolismo animal en el consumo de alimentos, señalan que el consumo está estrechamente relacionado con el metabolismo basal (10,41). También se ha observado que es preferible expresar las relaciones entre el consumo y peso de los animales en unidades de "tamaño metabólico" o sea  $(\text{peso})^{0.73}$  (12,51). Correlaciones altas y significativas han sido detectadas entre intensidad de crecimiento y materia seca consumida (48,49), siendo el consumo relativo mayor en animales pequeños que en grandes (2). También se ha observado que animales durante la lactancia aumentan su consumo de materia seca (3,31).

### 2.1.3 Clima

Existe considerable información sobre el efecto del clima sobre el consumo de alimentos. Se ha observado una reducción gradual en el consumo de energía con un incremento de temperatura ambiente sobre la "temperatura crítica" (10,41). También se ha observado que el Bos indicus es menos afectado por temperaturas cuando se le compara con razas europeas (1,16,24,58), pues el consumo de alimentos empieza a declinar entre los 32-35°C en el Zebú, mientras esto ocurre a los 24-27°C en las razas europeas (58).

### 2.1.4 Composición química

El valor nutritivo de un forraje depende de su aporte a las necesidades de nutrientes, y este aporte, a su vez, depende de la composición química de la planta y de su consumo (61,74). Sin embargo, las relaciones entre el consumo y los componentes químicos varía según las especies de pasto (22,61,75). Se ha confirmado que contenidos menores al 7% de proteína en los forrajes tienen como consecuencia una reducción en el consumo de los mismos (51). También se ha observado que la maduración y lignificación producen una disminución en el consumo del forraje (15,59) así como de los nutrientes digeribles totales (63). Además se ha estimado que ciertas sustancias químicas en el forraje son responsables del bajo consumo en algunas especies forrajeras (65,67). Algunas investigaciones demuestran que el consumo es influenciado por el contenido de agua del forraje (53,64,72).

### 2.1.5 Digestibilidad del forraje

Estudios realizados sobre el efecto de la digestibilidad en el consumo de alimento, señalan que el consumo aumenta cuando aumenta la digestibilidad (13,15,77), observándose una disminución de la digestibilidad a medida que avanza la madurez (15,51,77). Sin embargo, en los trópicos, se ha encon-



trado que el consumo de forrajes está poco relacionado con la digestibilidad de los mismos (50,51,52), y que la digestibilidad de los pastos tropicales es más baja que la de los pastos de zona templada (51).

#### 2.1.6 Especie forrajera, estado vegetativo y manejo de praderas

Investigaciones realizadas muestran que el consumo de forraje es afectado por la especie forrajera y por el aumento de edad de la planta (15, 44,56,59). Estos efectos son modificados, en el caso de animales en pastoreo, por el volumen, densidad y distribución del forraje en las praderas (37,45,73). No se ha demostrado que las fertilizaciones realizadas sobre las praderas tengan efectos sobre el consumo de forraje (55,60,62). Sin embargo, se señala que el excremento que dejan los animales en las praderas, tiene como resultado una disminución en el consumo de pasto (46,47) que creció en el lugar donde se dejó el excremento. Un aumento de intensidad de pastoreo tiene también como resultado una disminución en el consumo de forraje (22,26,39,57).

#### 2.2 Predicción del valor nutritivo de los pastos tropicales

El valor nutricional de los pastos tropicales es por lo general menor que el de los pastos de zona templada (29), y frecuentemente no satisfacen los requerimientos nutritivos para la producción del ganado, especialmente los energéticos (29,51). Sin embargo, un manejo adecuado de las pasturas y el pastoreo selectivo que los animales realizan, demuestran que ciertas especies tropicales de pastos satisfacen los requisitos proteínicos de crecimiento (2,28) y de una aceptable producción de leche (2,18,33).

Se han hecho varios intentos para predecir el valor nutritivo de los pastos. Crampton (23) usando como variables consumo diario, peso metabólico y digestibilidad, reporta que es posible predecir el valor nutritivo de

de los pastos ( $r^2$  entre índice de valor nutritivo y ganancia de peso = 0.77 a 0.84). Se han propuesto también métodos para predecir el valor nutritivo de los pastos in vitro (30, 8 ). Donefer (30) señala que el valor nutritivo de los pastos se puede predecir determinando la desaparición de la materia seca por digestión con una solución de pepsina-ácido clorhídrico ( $r^2$  entre índice del valor nutritivo y la desaparición de la materia seca = 0.90). Resultados similares han sido observados por Barnes (8) empleando para la digestión de la materia seca, pepsina y licor del rumen ( $R^2 = .88$ ). También se han realizado intentos de establecer ecuaciones de predicción del consumo de pastos en animales en pastoreo. Anrique (2), utilizando como variables, peso y edad de los animales, ha desarrollado aceptables ecuaciones de predicción de consumo ( $R^2 = .80$ ).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del estudio

El presente trabajo se llevó a cabo entre los meses de noviembre de 1969 y mayo de 1970, en la estación experimental y laboratorios del Departamento de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA en Turrialba, Costa Rica. Turrialba se localiza en una zona tropical húmeda, a una altitud de 600 metros. Presenta una temperatura anual media de 22°C, con variaciones diarias de 11°C y anuales de 13.2°C. La precipitación promedio anual es de 3000 mm., siendo el mes de diciembre el más lluvioso con 335 mm., y los meses de menos precipitación los de marzo y abril con un promedio mensual de 79 y 119 mm. respectivamente. La humedad relativa promedio es de 90%.

#### 3.2 Pastos

En las determinaciones de pruebas de consumo y digestibilidad, se utilizaron las siguientes forrajeras: Pangola (Digitaria decumbens), Guinea (Panicum maximum), Elefante (Pennisetum purpureum), Pará (Brachiaria mítica), Alemán (Echinochloa polystachia) y Gamalote (Paspalum fasciculatum). Las parcelas donde se cortaron estos pastos fueron previamente fertilizadas con 100 Kgs. de nitrógeno/Ha. y cortadas a intervalos de cinco días, con la finalidad de que la edad del pasto tuviera la misma variación en los quince días de cada período del experimento.

Cada especie forrajera estuvo representada por tres edades: 4, 8 y 12 semanas, donde el efecto de edad fue confundido con el de tiempo o fecha durante la cual se efectuaron las determinaciones. Se realizaron simultáneamente 6 pruebas de consumo y digestibilidad en cada edad, estando repre-

sentada cada prueba de consumo y digestibilidad por 4 animales de 150,250, 350 y 450 Kgs. aproximadamente. Totalizaron el experimento 72 animales y 18 pruebas de consumo y digestibilidad. Los pastos previamente picados, fueron ofrecidos ad-libitum dos veces al día (11 a.m. y 4 p.m.) sin que los animales recibieran suplementación de otros alimentos.

### 3.3 Manejo de animales

Se trabajó con animales hembras del hato lechero que pertenecían a las razas: Criollo, Criollo-Jersey y Jersey. Los animales permanecieron amarrados en cepos individuales por períodos de 15 días. Los primeros 8 días sirvieron para acostumar a los animales al consumo del forraje correspondiente. Diariamente (8 a.m.) se soltaba a los animales dentro del corral con el objeto de que realizaran ejercicio y tomaran agua, procediéndose a amarrarlos a las 10:30 a.m.

Las pruebas de digestibilidad se realizaron siguiendo el método de recolección total de heces, colocando a los animales arneses y bolsas recolectoras (7). En la Figura 1 se puede observar detalles de éste procedimiento.

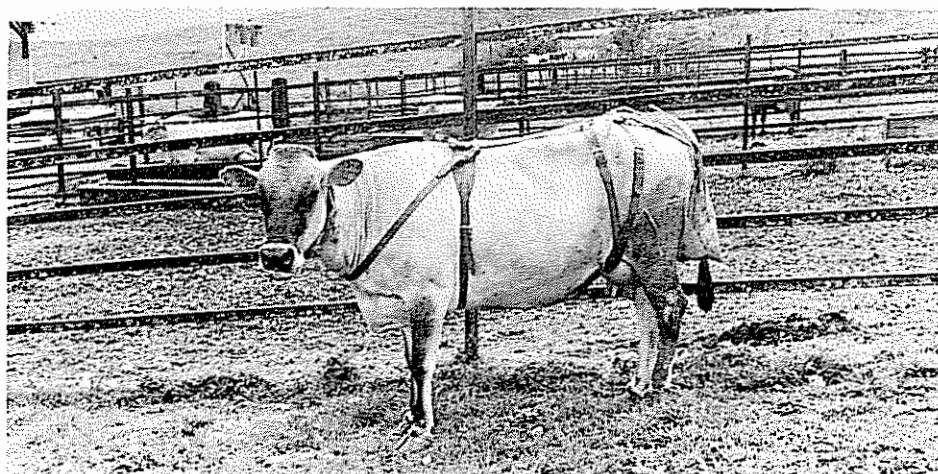


Figura 1. Método de recolección de heces.

Con el objeto de evitar la contaminación de heces con la orina, se les colocó a los animales una lámina de plástico en forma de falda, la cual fue pegada con resistol 3080 entre el recto y la vulva. En la Figura 2 se puede observar la técnica utilizada para la separación de la orina de las heces.

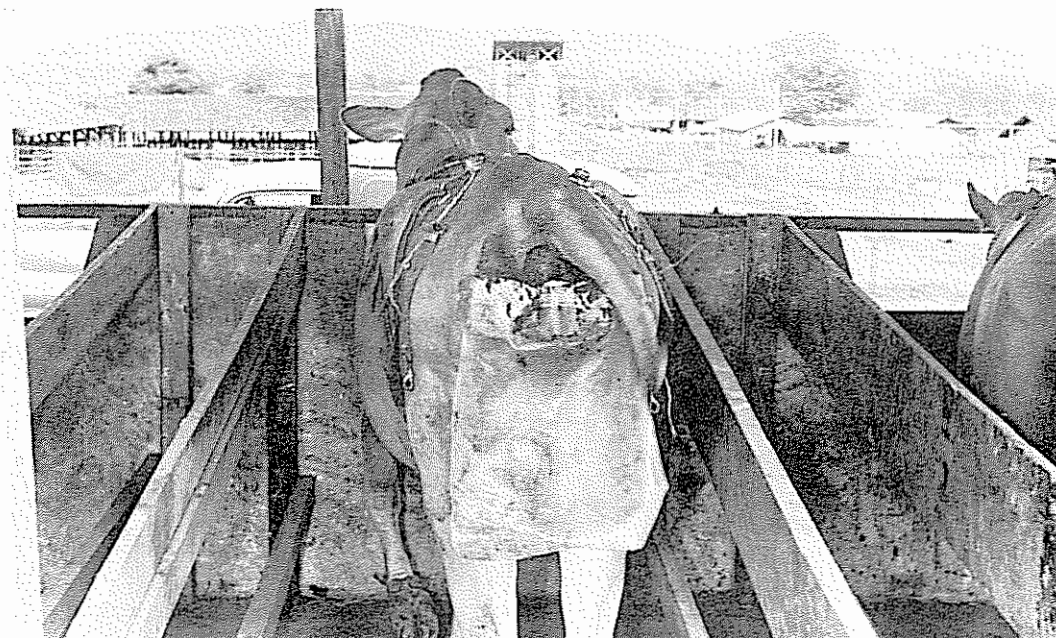


Figura 2. Técnica empleada para separar la orina de las heces.

#### 3.4 Información colectada

Los animales fueron pesados antes de cada período experimental, después de un ayuno de 24 horas. Las determinaciones de consumo de pastos se realizaron entre los días 8-12, pesándose y muestreándose diariamente el forraje ofrecido y rechazado. Del día 10-15, se determinó la producción diaria de heces, tomándose muestras 3 veces al día (intervalos de 8 horas) de las bolsas recolectoras.

Tanto de los pastos (material ofrecido y rechazado), como de las heces, se prepararon muestras compuestas del material obtenido en los 5 días de recolección. Se procedió seguidamente al análisis proximal de acuerdo a los métodos del "Official Agricultural Chemist" (AOAC) (5), con excepción de la determinación de fibra. Para dicha determinación se siguió el método desarrollado por Van Soest (76). Los análisis de nitrógeno fueron realizados por el método del Micro-Kjeldahl, corrigiéndose los valores obtenidos por pérdidas en el secado según la ecuación de Juko (40). La energía bruta tanto de las heces como del forraje ofrecido y rechazado, se determinó con una bomba calorimétrica Parr. Todas las determinaciones de los análisis se hicieron por duplicado, desechando aquellos duplicados que presentaron diferencias mayores de 5% y repitiendo el análisis.

Se determinaron las siguientes medidas

- 1- Consumo de materia seca
- 2- Consumo de energía digestible
- 3- Composición química del forraje consumido:
  - a) Humedad
  - b) Proteína
  - c) Fibra (pared celular)
  - d) Extracto etéreo.

### 3.5 Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con sub-clases generadas por edades de corte. Los pastos constituyeron las 6 unidades mayores y las edades de corte, los sub-períodos.

Para determinar el efecto de la composición química sobre el consumo,

se desarrollaron ecuaciones de predicción de acuerdo al modelo siguiente:

$$Y_i = b_0 \prod_{j=1}^5 X_j^{b_j}$$

en que:

$Y_1$  = Consumo de materia seca

$Y_2$  = Consumo de energía digestible

$b_0$  = Intercepción entre la superficie de respuesta y el eje  $Y$

$\prod$  = Símbolo multiplicativo

$X_1$  = Peso corporal

$X_2$  = % de humedad

$X_3$  = % de proteína

$X_4$  = % de fibra

$X_5$  = % de extracto etéreo

$b_j$  = Coeficientes parciales de regresión.

Con la finalidad de determinar los efectos de la composición química y del consumo de alimentos sobre la digestibilidad, se desarrollaron ecuaciones de predicción de acuerdo al modelo siguiente:

$$Y_i = b_0 \prod_{j=1}^6 X_j^{b_j}$$

en que:

$Y_1$  = % de digestibilidad de la materia seca

$Y_2$  = % de digestibilidad de la proteína

$Y_3$  = % de digestibilidad de la fibra

$Y_4$  = % de digestibilidad de la energía

$Y_5$  = % de digestibilidad del extracto etéreo

$b_c$  = Intercepción entre la superficie de respuesta y el eje  $\underline{Y}$

II = Símbolo multiplicativo

$X_1$  = Peso corporal

$X_2$  = Consumo de materia seca

$X_3$  = % de humedad

$X_4$  = % de proteína

$X_5$  = % de fibra

$X_6$  = % de extracto etéreo

$b_j$  = Coeficientes parciales de regresión.

En la función logarítmica, los parámetros exponentes se interpretan como elasticidades,

$$b_j = \frac{\partial Y}{\partial X_j} \left( \frac{X_j}{Y} \right)$$



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Efecto de la especie forrajera y edad del pasto sobre el consumo de materia seca, proteína y energía digestible

El Cuadro 1 ilustra el consumo de materia seca, proteína y energía digestible de acuerdo a la especie forrajera y edad de la planta. Como puede observarse, el máximo consumo de materia seca a 4 semanas correspondió al pasto Elefante; a la edad de 8 semanas, al Pasto Guinea y a las 12 semanas también al pasto Elefante. Comparando los consumos observados en el Cuadro 1 con los requisitos señalados por el NRC (54) para materia seca, ninguna de las especies forrajeras llegó a cumplir con los valores tabulados en dichas normas. Estos resultados pueden ser atribuidos al cambio de manejo de los animales los mismos que, previamente al experimento, se encontraban en pastoreo. Resultados similares de bajo consumo de materia seca por bovinos estabulados han sido encontrados en pasto Elefante (64,65,66,70), Gamalote (4,65), Pangola (66) y Guinea (64). Comparaciones entre consumo de animales estabulados y en pastoreo son escasas. Baker (6) en estudios realizados con pasto Sudán, encontró que el consumo es mayor en animales en pastoreo que en estabulados. Sin embargo, parece ser que el estado vegetativo de la planta tiene un papel de importancia en determinar las diferencias en el consumo de forrajes de animales en pastoreo y en estabulación. Se ha demostrado que no hay diferencias de consumo en animales bajo estos dos sistemas de manejo, cuando el pasto es tierno; pero a medida que el pasto madura, el consumo es mayor en pastoreo debido a que los animales seleccionan hojas más palatables y digestibles rechazando tallos (32). También se ha demostrado que en el trópico, animales de aproximadamente 150-450 Kgs. de peso sí satisfacen sus requisitos nutricionales de materia

seca cuando pastorean praderas de Guinea y Pangola (2,9,44).

Cuadro 1. Consumo de materia seca, proteína y energía digestible.

Pastos	Edades	Consumo					
		MS		P		ED	
		O <sup>a</sup>	E <sup>a</sup>	O <sup>a</sup>	E <sup>a</sup>	O <sup>b</sup>	E <sup>b</sup>
Pará	4 semanas	1.31	2.27	0.18	0.20	3.39	5.89
"	8 "	1.27	2.27	0.16	0.21	2.73	5.78
"	12 "	1.24	2.27	0.11	0.20	2.61	5.89
Elefante	4 "	2.05	2.28	0.26	0.21	5.27	5.76
"	8 "	1.57	2.26	0.18	0.21	3.58	5.81
"	12 "	1.93	2.28	0.16	0.21	4.18	5.72
Alemán	4 "	1.40	2.28	0.18	0.21	3.81	5.68
"	8 "	1.63	2.27	0.19	0.21	3.81	5.74
"	12 "	1.80	2.27	0.17	0.20	4.24	5.87
Pangola	4 "	1.38	2.26	0.19	0.21	3.84	5.72
"	8 "	1.21	2.30	0.12	0.21	2.34	5.68
"	12 "	1.16	2.28	0.12	0.21	2.24	5.76
Guinea	4 "	1.55	2.28	0.17	0.20	4.15	5.77
"	8 "	1.69	2.23	0.16	0.21	3.20	5.68
"	12 "	1.76	2.27	0.16	0.21	3.83	5.74
Gamalote	4 "	1.05	2.01	0.11	0.20	2.42	5.94
"	8 "	1.27	2.26	0.14	0.21	3.23	5.81
"	12 "	1.50	2.28	0.15	0.21	3.03	5.78

O = Observado

a = Kgs/día/100 Kgs.de peso vivo

E = Esperado, requisitos según el NRC

b = Mcal/día/100 Kgs.de peso vivo

En el Cuadro 2 se puede observar que para consumo de materia seca, las diferencias entre pastos fueron significativas ( $P \leq .01$ ). Igualmente fueron significativas ( $P \leq .01$ ) las diferencias entre edades de los pastos. La prueba de Duncan (Cuadro 3), señala que los máximos consumos de materia seca correspondieron a los pastos Elefante, Guinea y Alemán. Diferencias de consumo entre especies forrajeras han sido señaladas también por otros investigadores (44,56).

Cuadro 2. Análisis de variancia del consumo de materia seca, proteína y energía digestible.

FV	GL	CM <sup>a</sup>		
		MS	% P	ED
Pasto	5	6.53 *	6.40 *	42.87 *
E/P	12	1.06 *	14.41 *	12.60 *
A/E/P	54	0.43	0.094	3.74

a = Ajustado por covariancia para eliminar el efecto del peso de los animales

\* =  $P \leq .01$

En el caso de la proteína, se encontró que el pasto que presentó el mayor consumo a la edad de 4 semanas, fue el pasto Elefante y a las 8 y 12 semanas, el pasto Alemán (Cuadro 1). También se observó que, con excepción del pasto Elefante, a las 4 semanas de edad, ninguna de las especies forrajeras consumidas llegó a cumplir con los requisitos proteínicos señalados por el NRC. Existe escasa información sobre el consumo de proteínas de pastos tropicales en bovinos estabulados. Sin embargo, algunos trabajos

señalan que en pastoreo, los pastos Guinea y Pangola llenan los requisitos de proteína de animales de menos de 150 Kgs. de peso (2,18,44). Los bajos consumos de proteínas encontradas en el presente experimento, puede atribuirse al bajo consumo de materia seca. Resalta que el Pangola y el Pará con los consumos más bajos de materia seca, están entre los pastos con mayor porcentaje de proteína (Cuadro 3). También resalta, que el Elefante mostró las mayores diferencias entre 4 y 12 semanas, reduciéndose el consumo de proteína en 40% con el avance vegetativo (Cuadro 1).

Cuadro 3. Pruebas de Duncan para consumo de materia seca, proteína y energía digestible.

MATERIA SECA, Kg/día					
Elefante	Guinea	Alemán	Pará	Gamalote	Pangola
5.37	4.84	4.73	3.73	3.72	3.64
-----			-----		
% PROTEINA					
Pará	Alemán	Pangola	Gamalote	Elefante	Guinea
11.71	11.46	11.42	10.75	10.69	9.72
-----			-----		
PROTEINA, Kgs/día					
Elefante	Alemán	Guinea	Pangola	Pará	Gamalote
0.59	0.51	0.50	0.44	0.43	0.26
-----			-----		
ENERGIA DIGESTIBLE, Mcal/día					
Elefante	Alemán	Guinea	Pará	Gamalote	Pangola
12.64	11.61	10.88	8.52	8.51	8.20
-----			-----		

----- = Diferencias no significativas  $P < .01$   
 ----- = Diferencias no significativas  $P < .05$

Al igual que el consumo de materia seca y proteína, en el consumo de energía digestible hubo diferencias significativas ( $P \leq .01$ ), tanto entre pastos como entre edades de los pastos (Cuadro 2). La prueba de Duncan (Cuadro 3) señala que los mayores consumos de energía digestible correspondieron a los pastos Elefante, Alemán y Guinea. Del Cuadro 1 se puede ver que el máximo consumo de energía digestible a la edad de 4 semanas de edad fue obtenido en el pasto Elefante y a las 8 y 12 semanas, en el pasto Alemán. Ninguna de las especies forrajeras llegó a llenar los requerimientos de energía digestible señalado por el NRC. Como en el caso de la proteína, también existe escasa información sobre el consumo de energía digestible de pastos tropicales en bovinos estabulados. Sin embargo, se ha reportado que en pastoreo, los pastos Pangola y Guinea satisfacen sólo los requerimientos energéticos de animales con pesos superiores a los 380 Kgs. (2) y de una moderada producción de leche (18). En otras palabras, al igual que los pastos de la zona templada, la disponibilidad de proteína de los pastos tropicales es mayor que la disponibilidad de energía digestible cuando se compara el consumo con los requisitos. Los bajos consumos de energía digestible observados en este experimento pueden atribuirse también al bajo consumo de materia seca. Además, la tendencia del consumo energético fue aproximadamente la misma que de la materia seca.

Considerando el consumo de materia seca, proteína y energía digestible, los mejores pastos resultaron ser el Elefante, Alemán y Guinea.

#### 4.2 Efecto de la composición química del forraje y peso del animal sobre el consumo de materia seca y energía digestible

En los Cuadros 4 y 5 se puede apreciar los efectos de la composición química y del peso de los animales sobre el consumo de materia seca. En dichos Cuadros se puede observar una asociación positiva entre el consumo de materia seca y el peso de los animales, lo que es lógico. Resultados similares han sido obtenidos en otras investigaciones (14,35,36,38,48,49). Sin embargo, los efectos de la composición química sobre el consumo de materia seca no mostraron tendencias definidas. En el Cuadro 4 se puede apreciar que los coeficientes de regresión variaron de signo y de magnitud de una manera característica en cada pasto. Además se puede observar en el mismo Cuadro que los valores de  $R^2$  fueron altos, 0.84 a 0.92, considerado dentro de cada especie forrajera.  $R^2$  disminuyó considerablemente al considerar todos los pastos y edades. Resultados similares han sido observados por Cataño (22) con animales en pastoreo y Van Soest (75) encontró la misma situación para el efecto de la fibra sobre el consumo de forrajes. Es importante anotar que los animales manifestaron un consumo de forraje muy reducido y no pudieron satisfacer sus requisitos nutricionales para mantenimiento, lo cual se reflejó en una disminución del peso (Cuadro 1 del Apéndice). Sería de suponer que la necesidad energética del organismo actuó predominantemente sobre el consumo. En tal caso, no serían limitantes del consumo los factores que dan volumen a los alimentos, como es el contenido de agua y de fibra, como se esperaba. Esto se demuestra por el bajo consumo de materia seca. Además, posiblemente, el modelo matemático utilizado no fue el más adecuado, pues el uso de porcentajes no se ajusta a la distribución normal y tiene poco significado biológico. El

Cuadro 4. Efecto de la composición química del forraje y peso del animal sobre el consumo de materia seca de los diferentes pastos.

PASTO	COEFICIENTES PARCIALES DE REGRESION					R <sup>2</sup>	
	b <sub>0</sub>	% Pc b <sub>1</sub>	% Fc b <sub>2</sub>	% EEC b <sub>3</sub>	% Hc b <sub>4</sub>		Peso b <sub>5</sub>
Pará	4.81 x 10 <sup>-16</sup>	-1.17	-1.58	-1.97	10.34	0.48 <sup>**</sup>	0.87
Elefante	1.03 x 10 <sup>-7</sup>	-0.52	0.82	0.24	2.75	0.55 <sup>**</sup>	0.84
Alemán	1.89 x 10 <sup>-46</sup>	-1.36	6.45	-0.44	18.29	0.45 <sup>**</sup>	0.88
Pangola	5.29 x 10 <sup>-24</sup>	3.21	1.06	0.47	-16.07	0.48 <sup>*</sup>	0.86
Guinea	8.16 x 10 <sup>-77</sup>	-2.15	-3.66	-1.11	29.01	0.37 <sup>*</sup>	0.87
Gamalote	1.98 x 10 <sup>-51</sup>	1.73	1.76	-0.06	23.20	0.75 <sup>**</sup>	0.92
Todos	9.52	-0.39	-0.67	-0.23 <sup>*</sup>	0.01	0.56 <sup>**</sup>	0.55

\*\* P ≤ .01

\* P ≤ .05

uso de los valores totales en vez de porcentos para las variables independientes: total consumido de proteína, total de fibra, total de agua y total de extracto etéreo, tendría más sentido fisiológico. Sin embargo, el uso de totales no tendría valor práctico pues lo que se busca es predecir el consumo total de forraje a partir de la composición química, la misma que se expresa en porciento.

Cuadro 5. Coeficiente de correlación y regresión del peso de los animales con respecto al consumo de materia seca y energía digestible

Medidas	C O E F I C I E N T E S	
	Correlación (r)	Regresión (b)
Consumo, Kg. MS	.87	0.0094
Consumo, Mcal. ED	.81	0.0218

Como se puede ver en los Cuadros 5 y 6, las mismas consideraciones realizadas para el consumo de materia seca son válidas para el efecto de la composición química sobre el consumo de energía digestible.

Tanto en el caso del consumo de materia seca como de energía digestible, los valores de  $R^2$  disminuyeron notablemente cuando las regresiones se realizaron en función de la edad en vez de la especie forrajera (Cuadros 7 y 8). Esto implica que las diferencias más notables están entre las especies y no entre las edades. Evidentemente los altos valores de  $R^2$  dentro de especies, 0.84 a 0.92 para materia seca, y 0.74 a 0.86 para energía digestible, implica que es posible predecir, en forma empírica, el consumo de pasto desarrollando ecuaciones para cada especie. Habría que aumentar el número de observaciones para comprobar si se llega a la significancia estadística de los coeficientes de regresión de la composición química sobre el consumo.



Cuadro 6. Efecto de la composición química del forraje y peso del animal sobre el consumo de energía digestible de los diferentes pastos

PASTO	COEFICIENTES PARCIALES DE REGRESION										R <sup>2</sup>
	b <sub>0</sub>	% Pc	b <sub>1</sub>	% Fc	b <sub>2</sub>	% EEc	b <sub>3</sub>	% Hc	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	
Pará	2.59 x 10 <sup>-22</sup>		-1.21	-1.97	-2.18	14.20	0.50*				0.81
Elefante	1.55 x 10 <sup>-3</sup>		-0.49	-1.37	0.29	2.89	0.49*				0.81
Alemán	5.62 x 10 <sup>-5</sup>		-1.47	6.31	-0.49	21.03	0.46*				0.77
Pangola	8.39 x 10 <sup>-26</sup>		5.84	2.70	1.00	-20.12	0.42				0.86
Guinea	2.53 x 10 <sup>-81</sup>		-1.78	-1.61	-0.95	45.13	0.38				0.81
Gamalote	1.56 x 10 <sup>-40</sup>		1.57	-1.47	-0.34	21.06	0.68*				0.74
Todos	1.73 x 10 <sup>-3</sup>		-0.18	-1.87*	-0.26	0.06	0.56**				0.45

\*\* = P ≤ .01

\* = P ≤ .05

Cuadro 7. Efecto de la composición química del forraje y peso del animal sobre el consumo de materia seca, a diferentes edades de corte.

COEFICIENTES PARCIALES DE REGRESION										R <sup>2</sup>
	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>7</sub>	Peso	
		% Fc	% Fc	% EEC	% Hc					
4 semanas	1.61 x 10 <sup>-11</sup>	-0.33	3.76	-0.42	2.18	0.43 <sup>**</sup>				0.56
8 semanas	2.56 x 10 <sup>6</sup>	-0.44	-2.06	-0.53	-1.48	0.62 <sup>**</sup>				0.63
12 semanas	3.04 x 10 <sup>7</sup>	-0.55	-1.46	-1.28 <sup>**</sup>	-2.17	0.49 <sup>**</sup>				0.91

\*\* = P ≤ .01

\* = P ≤ .05

Cuadro 8. Efecto de la composición química del forraje y peso del animal sobre el consumo de energía digestible, a diferentes edades de corte.

COEFICIENTES PARCIALES DE REGRESION

b <sub>0</sub>	% P <sub>c</sub>		% F <sub>c</sub>		% EE <sub>c</sub>		% H <sub>c</sub>		Peso	R <sup>2</sup>
	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>7</sub>			
4 semanas	6.07 x 10 <sup>-12</sup>	-0.62	4.18	-0.64	2.54	0.38*				0.47
8 semanas	4.62 x 10 <sup>10</sup>	-0.01	-4.97	-1.07*	-0.80	0.59**				0.63
12 semanas	2.76 x 10 <sup>9</sup>	-0.86	-2.66	-1.49**	-1.67	0.49**				0.86

\*\* = P ≤ .01

\* = P ≤ .05

#### 4.3 Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad

En el Cuadro 9 se puede observar el efecto de la composición química, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la materia seca. Se puede distinguir una tendencia para un efecto positivo de la cantidad de materia seca consumida sobre la digestibilidad de la misma. Resultados de asociación positiva entre el consumo de alimentos y su digestibilidad han sido observados también por Blaxter (13), Wilson (77) y Branon (15). A mayor digestibilidad del alimento menos es su tiempo de permanencia en el tracto digestivo, con disminución del volumen de ingesta (11,13,17,21). Esta disminución del volumen de ingesta en el tracto digestivo traería como consecuencia mayor capacidad del animal para consumo de alimento (11,13,72). Sin embargo, se ha observado que a mayor ritmo de paso del alimento a través del tracto digestivo, disminuye la digestibilidad del mismo, debido a que los organismos y procesos encargados de la digestión tienen menor oportunidad de atacar los alimentos (11,20). Otras investigaciones señalan que no existe relación entre el consumo de alimentos y su ritmo de paso a través del tracto digestivo (17,19).

También se puede notar en el Cuadro 9 una tendencia general de asociación negativa entre la digestibilidad de la materia seca y el peso de los animales. Información sobre la eficiencia digestiva en rumiantes es escasa y contradictoria. Hadjipieries (34) y Laglands (42) señalan que ovejas jóvenes son más eficientes en la digestión de alimentos que ovejas adultas. Sin embargo, éste último investigador no detectó diferencias en otros estudios (43).

Cuadro 9. Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la materia seca de los diferentes pastos.

PASTO	$b_0$	COEFICIENTES PARCIALES DE REGRESION						$R^2$
		MSc	% Pc	% Fc	% EEC	% Hc	Peso	
		$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	
Pará	$4.08 \times 10^{-2}$	0.32 <sup>+</sup>	0.46 <sup>+</sup>	0.61	0.34	-1.27	-0.16 <sup>+</sup>	0.70
Elefante	$1.42 \times 10^{-6}$	0.06	-0.24	-1.69	-0.11	2.18	-0.10	0.81
Alemán	$1.88 \times 10^{-16}$	0.36 <sup>+</sup>	0.45	-2.19	0.21	-5.69	-0.16 <sup>+</sup>	0.41
Pangola	$3.79 \times 10^{-5}$	0.22	1.27	1.48	0.50	1.02	-0.11	0.79
Guinea	$3.36 \times 10^{-10}$	0.13	0.41	2.09 <sup>+</sup>	0.25	3.56	-0.02	0.85
Gamalote	$2.43 \times 10^{-45}$	0.73 <sup>+</sup>	-1.38	-2.75	-0.32 <sup>+</sup>	-18.76 <sup>+</sup>	-0.62 <sup>+</sup>	0.71
Todos	4.36	0.20 <sup>**</sup>	0.18 <sup>*</sup>	-0.20	-0.09 <sup>*</sup>	0.78 <sup>+</sup>	-0.13 <sup>**</sup>	0.47

\*\* =  $P < .01$

\* =  $P < .05$

++ =  $P < .10$

+ =  $P < .25$

La composición química no tuvo un efecto definido sobre la digestibilidad de la materia seca (Cuadro 9). Se puede ver que los coeficientes de regresión variaron de signo y de magnitud de una manera característica en cada especie forrajera. Schneider (68,69) estudiando diferentes clases de alimentos, también señala efectos similares de la composición química sobre la digestibilidad. En contraste con el trabajo de Schneider en que se estudió heno, ensilaje, forraje verde y concentrados, en el presente experimento se utilizó forrajes de igual naturaleza. Esto demuestra que la clasificación de Schneider (68,69) fue insuficiente, debiéndose mas bien sub-clasificar hasta el nivel de especie de pastos.

Se puede distinguir en el Cuadro 9 que los valores de  $R^2$  fueron muy heterogéneos, variando de 0.41 a 0.85 de acuerdo a las especies forrajeras. Al considerar las edades de los pastos (Cuadro 10), se puede sospechar que el consumo de materia seca y el peso de los animales fueron los factores que más contribuyeron a los valores de  $R^2$ , ya que se presentan estadísticamente significantes. Es necesario aclarar que hay más grados de libertad en las regresiones considerando el factor edad (diez y siete grados de libertad) que cuando se considera los pastos (cinco grados de libertad), lo que permitió alcanzar significancia a pesar que los valores de  $R^2$  fueron más bajos. Se podría pensar que una de las razones de que no se pudiera observar de una manera clara las tendencias de los efectos de la composición química sobre la digestibilidad, sería que el modelo matemático usado en éste experimento no fuera el más adecuado, ya que el uso de porcentos no se ajusta a la distribución normal.

Cuadro 10. Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la materia seca, a diferentes edades de corte.

PASTO	MSC						R <sup>2</sup>	
	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>		b <sub>6</sub>
4 semanas	1.85 x 10 <sup>-1</sup>	0.24*	-0.02	0.09	-0.09	1.36	-0.16*	0.53
8 semanas	5.99 x 10 <sup>-1</sup>	0.04	0.20	-1.29 <sup>+</sup>	-0.35*	2.30	-0.06	0.52
12 semanas	8.94 x 10 <sup>-2</sup>	0.31*	0.03	-0.94*	0.11	0.30	-0.15**	0.86

\*\* = P ≤ .01

\* = P ≤ .05

++ = P ≤ .10

+ = P ≤ .25

Resultados similares a los encontrados para la digestibilidad de la materia seca, se manifestaron con relación a la digestibilidad del extracto etéreo y energía digestible (Cuadro 3,4,5 y 6 del Apéndice), aunque los valores de  $R^2$  fueron más homogéneos y mayores. En el caso de la proteína y la fibra, la tendencia general del efecto del peso de los animales y el consumo de materia seca sobre la digestibilidad de dichos componentes se pierde (Cuadros 7,8,9 y 10 del Apéndice).

Los resultados obtenidos señalan que se requiere más estudio para determinar si sería posible predecir la digestibilidad de los forrajes a partir de la composición química. Esto sería de gran utilidad, debido a lo trabajoso de las técnicas utilizadas para la determinación de la digestibilidad. Sin embargo, todo parece indicar que los modelos empíricos utilizados, restringen el uso de las ecuaciones de predicción exclusivamente a las especies forrajeras en las cuales fueron desarrolladas.

En el Cuadro 2 del Apéndice, se puede observar los coeficientes de digestibilidad de los principios químicos, de acuerdo a las especies de pastos y edades de corte.



## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente experimento, se puede concluir lo siguiente:

- 1.- Los pastos Elefante, Guinea y Alemán pueden considerarse como los mejores, pues los mayores consumos de materia seca, proteína y energía digestible fueron obtenidos en estos forrajes.
- 2.- Se puede predecir el consumo voluntario de pasto, en cada especie forrajera, con datos de composición química del alimento y de peso de los animales. Sin embargo, no es posible desarrollar una función empírica general que incluya todos los pastos, pues cada especie forrajera se comporta de una manera característica.
- 3.- Se requiere más estudio para determinar si es posible predecir la digestibilidad de un forraje a partir de la composición química, consumo de materia seca y peso de los animales. Estos parámetros están relacionados con la digestibilidad de los componentes químicos del forraje de una manera característica en cada especie de pasto.
- 4.- Antes de coleccionar datos experimentales, se deben considerar períodos de entrenamiento al nuevo manejo suficientemente prolongados, para conseguir estabilizar el consumo y la curva de crecimiento.

## 6. RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica. Se usaron 72 animales, con pesos entre 150-450 Kgs., los cuales permanecieron estabulados en cepos individuales. Se realizaron pruebas de consumo y digestibilidad por los métodos de colección total, con las siguientes forrajeras: Pangola (Digitaria decumbens), Elefante (Pennisetum purpureum), Guinea (Panicum maximum), Pará (Brachiaria mítica), Alemán (Echinochloa polystachia) y Gamalote (Paspalum fasciculatum), las cuales fueron ofrecidas ad libitum y a 4, 8 y 12 semanas de edad de corte.

Los mayores consumos de materia seca fueron obtenidos en los pastos Elefante y Guinea; en proteína, en los pastos Elefante y Alemán y de energía digestible, también en Elefante y Alemán, por lo que se consideran como mejores. Sin embargo, ningún pasto suplió los requerimientos de los animales señalados para materia seca, proteína y energía digestible, excepto el Elefante de 4 semanas que sí proporcionó las necesidades proteicas. Este bajo consumo es atribuido a que los días de acostumbramiento, previos a la realización de las pruebas, no fueron suficientes para estabilizar el consumo de los animales.

El peso de los animales estuvo asociado positivamente con el consumo de materia seca y de energía digestible. Sin embargo, se observó que la composición química afectó al consumo en forma característica en cada especie forrajera. Esto fue atribuido al modelo empírico utilizado en el análisis de regresión y al bajo consumo, que no permitió que se manifes-

taran adecuadamente los efectos de los factores que dan volumen a los alimentos, como es el contenido de agua y de fibra. Cuando las regresiones se realizaron en función de cada especie forrajera, los valores de  $R^2$  fueron bastante altos variando de 0.84 a 0.92 para el consumo de materia seca y de 0.74 a 0.86 para el consumo de energía digestible, por lo que sería posible predecir el consumo voluntario dentro de cada especie forrajera con datos de composición química y peso de los animales. Al considerar las regresiones en función de las edades de los pastos, los valores de  $R^2$  disminuyeron.

La digestibilidad de la materia seca, del extracto etéreo y energía digestible, estuvo asociada positivamente con el consumo de materia seca y negativamente con el peso de los animales. Al considerar la digestibilidad de la proteína y de la fibra, dichas asociaciones son de menor magnitud. El efecto de la composición química sobre la digestibilidad de los principios nutritivos fue diferente en cada especie forrajera. Los valores de  $R^2$  fueron muy heterogéneos variando de 0.41 a 0.96, por lo que se requiere más estudio para determinar si es posible predecir la digestibilidad de un forraje a partir de la composición química, consumo de materia seca y peso de los animales.

6a. SUMMARY

The present work was carried out on the Interamerican Institute of Agricultural Sciences of the OAS, in Turrialba, Costa Rica. Seventy two animals, varying in weight from 150 to 450 Kgs. and stalled individually were utilized to study consumption and digestibility of various forage species. The forages included the following grasses: Pangola (Digitaria decumbens), Elephant (Pennisetum purpureum), Guinea (Panicum maximum), Pará (Brachiaria mutica), German (Echinochloa polystachia) and Gamalote (Paspalum fasciculatum). Forages were offered at libitum from fresh cuttings of 4, 8 and 12 week old cuttings and the method of total collection of feces was used.

The largest consumption of dry matter was obtained with Elephant and Guinea grasses, whereas the largest consumption of protein and digestible energy was noted in Elephant and German grasses. Nevertheless, none of the grasses fulfilled the requirements indicated for the animals : dry matter, protein or digestible energy with the exception of Elephant grass at 4 weeks age which surpassed the protein requirements. The low consumption was assumed to be the result of the short period of adjustment of the animals in the pre-trial period.

Consumption of dry matter and digestible energy was positively related to the live weight of the animals. However, it was observed that the effects of chemical composition on consumption was variable and differed according to the forages species. This was attributed to the empirical model utilized in the regression analysis and to the low consumption, which

did not permit sufficient manifestation of the factors causing feed volume, such as the content of water and fiber. When regressions were calculated on the basis of each species, values of  $R^2$  were relatively high varying from 0.84 to 0.92 for dry matter consumption and, 0.74 to 0.86 for the consumption of digestible energy. Therefore it would be possible to predict voluntary consumption within each forage species using data on chemical composition and animal weights. When the regressions are expressed as a function of different ages of the forages, the values of  $R^2$  were reduced.

Digestibility of dry matter, ether extract and digestible energy was positively associated with dry matter consumption and negatively associated with animals lineweight. Considering the digestibility of protein and of fiber these associations were reduced.

The effect of chemical composition on the digestibility of the major nutrients differed according the forage species. The values of  $R^2$  were very heterogeneous and ranges from 0.41 to 0.96 indicating more study is required to determine if it is possible to predict forage digestibility on the basis of its chemical composition, consumption of dry matter and animal weight.

## 7. LITERATURA CITADA

1. ALLEN, T. W. Responses of zebu, jersey and zebu x jersey crossbred heifer to rising temperature, with particular reference to sweating. *Australian Journal of Agricultural Research* 13(1) : 165-179. 1962.
2. ANRIQUE, R. Consumo de pasto Guinea (Panicum maximum) y Pangola (Digitaria decumbens) por bovinos en pastoreo directo a diferentes edades y pesos corporales. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1969. 54 p.
3. ARNOLD, G. W. y DUDZINSKI, M. L. Studies on the diet of grazing animal II. The effect of physiological status in ewes and pasture availability on herbage intake. *Australian Journal of Agricultural Research* 18(2) : 349-359. 1969.
4. ARROYO, J. A. y RIVERA, B. L. Digestibility studies on Venezuela grass (Paspalum fasciculatum) and plantain pseudostalk. *Journal of Agriculture of The University of Puerto Rico* 44(3) : 103-106. 1960.
5. ASSOCIATION OF OFFICIAL CHEMIST. Official methods of analysis 9th., ed Washington, D.C., 1960. 832 p.
6. BAKER, T. A. et al. Factor affecting the consumption of sudan grass by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 43(7) : 958-965. 1960.
7. BALCH, C. C., BARTLETT, S. y JOHNSON, V. W. Apparatus for the separate collection of feces and urine from cows. *Journal of Agricultural Science* 41(1) : 98-101. 1951.
8. BARNES, R. F. The development and application of in vitro rumen fermentation techniques. In International Grassland Congress, 10th, Helsinki, Finland, July 7-16, 1966. Proceeding. Helsinki, Valtioneuvoston Kirjasto, 1966. pp. 434-438.
9. BEODIN, J. Efectos de la melaza sobre el consumo de pastos en bovinos. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1968. 41 p. (Mimeo).
10. BLAXTER, K. L. Metabolismo energético de los rumiantes. Trad. al inglés por Gaspar González. Zaragoza, Acriba. 1964. 314 p.

11. \_\_\_\_\_, GRAHAM, N. y WAIMAN, F. W. Some observations of the digestability of food by sheep, and on related problems. *British Journal of Nutrition* 10(2) : 69-91. 1956
12. \_\_\_\_\_, WAIMAN, F. W. y DAVIDSON, J. L. The voluntary intake of food by sheep and cattle in relation to their energy requirements for maintenance. *Animal Production* 8(1) : 75-83. 1966.
13. \_\_\_\_\_, WAIMAN, F. W. y WILSON, R. S. The regulation of food intake by sheep. *Animal Production* 3(1) : 51-61. 1961.
14. \_\_\_\_\_, y WILSON, R. S. The voluntary intake of roughages by steers. *Animal Production* 4(3) : 351-358. 1962.
15. BRANON, W. F., REID, J. T. y MILLER, J. I. The influence of certain factors upon the digestibility and intake of pasture herbage by beef steers. *Journal of Animal Science* 13(3) : 535-542. 1954.
16. BRODY, S., RAGSDALE, A. C. y RHOMPSON, H. J. Environment physiology and shelter engineering. Missouri Agricultural Experiment Station. *Research Bulletin* N° 556. 1964. 20 p.
17. BUTTERWORTH, M. H. Some aspects of utilization of tropical forages I. Green elephant grass at various stages of growth. *Journal of Agricultural Science* 65(2) : 233-239. 1965.
18. \_\_\_\_\_, GROOM, C. G. y WILSON, Pn. N. The intake of Pangola grass (*Digitaria decumbens*), under wet and dry season conditions in Trinidad. *Journal of Agricultural Science* 56(3) : 407-410. 1961.
19. \_\_\_\_\_ Some aspects of the utilization of tropical forages. 2.- Pangola and coastal Bermuda hays. *Journal of Agricultural Science* 65(3) : 389-395. 1965.
20. CAMPLIN, R. C. y FREER, M. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 8.- Experiments with ground, pelleted roughages. *British Journal of Nutrition* 20(2) : 229-244. 1966.
21. \_\_\_\_\_, y BLACH, C. C. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 2.- The amount of digesta in the voluntary intake of roughages, the amount of digesta in the reticulo-rumen and the rate of disappearance of digesta from the alimentary tract : *British Journal of Nutrition* 15(4) : 531-540. 1961.

22. CATAÑO, E. O. Aceptación de varias especies de gramíneas tropicales por el ganado bovino en pastoreo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1970. 46 p. (Mimeo).
23. CRAMPTON, E. W., DONEFER, E. y LLOYD, L. E. A nutritive value index for forages. In International Grassland Congress, 8th, Reading, July 11-21. 1960. Proceeding. Oxford, England, Alden, 1961. pp. 462-466.
24. CONRAD, H. R. Symposium on factor influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Physiological and physical factors limiting feed intake. Journal of Animal Science 25(1) : 227-235. 1966.
25. COOK, C. W., TAYLOR, K. y HARRIS, L. E. The effect of range condition and intensity of grazing upon daily intake a nutritive value of diet on desert ranges. Journal of Range Management 15(1) : 1-6. 1962.
26. \_\_\_\_\_, STODDAR, L. A. y HARRIS, L. L. Effects of grazing intensity upon the nutritive value of range forage. Journal of Range Management 6(1) : 51-54. 1963.
27. DAWSON, J. R. y KOPLAND, D. V. Once-a-day versus twice-a-day feeding for dairy cows. U.S. Department of Agriculture. Circular N°830. 1949. 7 p.
28. DE ALBA, J. Capacidad de las praderas para llenar los requisitos de energía y proteína de herbívoros. Turrialba 9(3) : 85-90. 1959.
29. \_\_\_\_\_ y SEMPLE, A. T. Investigación sobre forraje en Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación Miscelánea N°33. 1965. 33 p.
30. DONEFER, E., CRAMPTON, E. W. y LLOYD, L. E. The prediction of the digestible energy intake potential (NVI) of forages using in vitro technique. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, July 7-16, 1966. Proceeding. Helsinki, Valtioneuvoston Korpanino, 1966. pp. 442-445.
31. FIELD, A. C. The effect of lactation on the intake of dry matter, magnesium, calcium and potassium by grazing cows. In International Grassland Congress, 10th. Helsinki, Finland, July 7-16, 1966. Proceeding. Helsinki, Valtioneuvoston Kirpanino, 1966. pp. 355-359.



32. GREENHALG, J. F. y RUNCIE, K. V. The herbage intake and milk production of strip and zero grazed dairy cows. *Journal of Agricultural Science* 59(1) : 95-103. 1962.
33. GUARROCHENA, R. Efectos de la estabulación y del alimento concentrado en el consumo de pasto por vacas lecheras en pastoreo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1969. 42 p. (Mimeo).
34. HADJIPIERIS, G., JONES, J. G. y HOLMES, W. The effect of age and live weight on the feed intake of grazing wether sheep. *Animal Production* 7(3) : 309-317. 1965.
35. HEANEY, D. P. y PIGDEN, W. J. Forage intake by sheep having a wide range of live weight. *Journal of Animal Science* 26(4) : 935. 1967.
36. HODGSON, J. y WILKINSON, J. M. The relationship between live-weight and herbage in grazing cattle. *Animal Production* 9(3) : 365-376. 1967.
37. \_\_\_\_\_ y WILKINSON, J. M. The influence of the quantity of herbage offered and its digestibility on the amount eaten by grazing cattle. *Journal of the British Grassland Society* 23(1) : 75-80. 1968.
38. HOLMES, W., JONES, G. W. y DRAKE, B. R. The food intake in grazing cattle III. The influence of size of animal on feed intake. *Animal Production* 3(3) : 251-260. 1961.
39. HULL, J. L., MEYER, J. H. y KROMZIN, R. Influence of stocking rate on animal and forage production from irrigated pasture. *Journal of Animal Science* 20(1) : 46-52. 1961.
40. JUKO, C. D., BREDON, R. M. y MARSCHAL, B. The nutrition of the zebu cattle II. The techniques of digestibility trials with special reference to sampling, preservation and drying of feces. *Journal of Agricultural Science* 56(1) : 93-98. 1961.
41. KLEIBER, M. The fire on life; an introduction to animal energetic. New York, Wiley, 1961. 454 p.
42. LAGLANDS, J. P. The feed intake of grazing sheep differing in age, breed, previous nutrition and live weight. *Journal of Agricultural Science* 7(2) : 167-172. 1968.

43. \_\_\_\_\_ Studies on the nutritive value of the diet selected by grazing sheep. IV.- Variation in the diet selected by grazing sheep. *Animal Production* 11(3) : 369-378. 1969.
44. LOUIS, S. Estimación del consumo y digestibilidad de forrajes tropicales en pastoreo directo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1967. 58 p. (Mimeo).
45. McCULLOUGH, M. E. Condition influencing forage acceptability and rate of intake. *Journal of Dairy Science* 42(3) : 571-574. 1969.
46. McLUSKI, D. S. Some estimates of the areas of pasture fouled by the excreta of dairy cows. *Journal of The British Grassland Society* 15(2) : 181-188. 1960.
47. MARTEN, G. C. y DONKER, J. D. Animal excrement as a factor influencing acceptability of grazed forage. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, July 7-16, 1966. Proceeding. Helsinki, Valtioneuvoston Kirjasto, 1966. pp. 442-445.
48. MARTIN, C. M., BRANON, W. F. y REID, J. T. Relationship of size of growing cattle to pasture intake and its use as a index of palatability. *Journal of Dairy Science* 28(2) : 181-185. 1955.
49. MATHER, R. E. Can dairy cattle be bred for increased forage consumption and efficiency of utilization. *Journal of Dairy Science* 42(5) : 878-889. 1959.
50. MILFORD, R. Nutritional values for 17 subtropical grasses. *Australian Journal of Agricultural Research* 11 (2) : 138-148. 1960.
51. \_\_\_\_\_ y MINSON, D. J. The feeding value of Tropical Pastures. In DAVIES, W. y SKIDMORE, C. L. Tropical pastures. London, Faber, 1966. pp. 106-114.
52. MILLER, T. B. y RAINS, A. B. The nutritive value of agronomic aspects of some fooders in northern Nigeria. *Journal of The British Grassland Society* 18(2) : 158-167. 1963.
53. MOORE, L. A., THOMAS, J. W. y SIKES, T. The acceptability of grass/legume silage by dairy cattle. In International Grassland Congress, 8th., Reading, July 11-21, 1960 Proceeding. Oxford, England, Alden, 1961. pp. 701-704.

54. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle, of dairy cattle. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1958. 30 p.
55. ODHUBA, E. K., REID, R. L. y JUNG, G. A. Nutritive evaluation of tall fescue pasture. *Journal of Animal Science* 24(4) : 1216. 1965.
56. PALADINES, O. Empleo de animales en investigaciones sobre pasturas Uruguay, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Sur, 1966. 106 p.
57. PIEPER, R. COOK, C y HARRIS, L. L. Effect of intensity of grazing upon nutritive content of the diet. *Journal of Animal Science* 18(3) : 1031-1037. 1959.
58. RAGSDALE, A. C. et al. Milk production and feed and water consumption responses of Brahman, Jersey and Holstein cows to change in temperature 50° to 150°F and 50° to 80°F. Missouri Agricultural Experiment Station. Research Bulletin N° 460. 1950. 28 p.
59. REID, R. L., CLARK, B. y JUNG, G. A. Studies with sudan grass II.- Nutritive evaluation by in vivo and in vitro methods. *Agronomy Journal* 56(6) : 537. 1964.
60. \_\_\_\_\_ y JUNG, G. A. Influence of fertilizer treatment on the intake, digestibility and palatability of tall fescue hay. *Journal of Animal Science*. 24(3) : 615-625. 1965.
61. \_\_\_\_\_ y JUNG, G. A. Factor affecting the intake and palatability of forage sheep. In *International Grassland Congress, 9th., Sao Paulo, July 11-21, 1965. Proceeding. Sao Paulo, Alarico, 1966. pp. 863-869.*
62. \_\_\_\_\_ JUNG, A. G. y MURRAY, S. J. Nitrogen fertilization in relation to the palatability and nutritive value of orchard grass. *Journal of Animal Science* 25(3) : 636-645. 1966.
63. REID, J. T. et al. The adequacy of some pastures as the sole source of nutrients for growing cattle. *Journal of Dairy Science* 38(1) : 20-28. 1965.
64. RIVERA, B. L., ARROYO, J. A. y ACOSTA, M. A. Acceptability trials Buffel grass (Cenchrus ciliares) and Guinea Grass hibrid (Panicum maximum) as compared with Napier (Merker) Grass (Pennisetum purpureum). *Journal of Agriculture of The University of Puerto Rico*. 52(2) : 77-84. 1968.

65. \_\_\_\_\_, et al. I.- Palatability trials on Merker grass (Pennisetum purpureum), Venezuela grass (Paspalum fasciculatum) and plantain Pseudostalks (Musa paradisiaca). Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 43(4) : 249-254. 1959.
66. \_\_\_\_\_, et al. Palatability test on Giant Pangola grass (Digitaria decumbens stent) and Signal grass (Brachiaria brizantha) as compared with Napier (Merker) grass (Pennisetum purpureum). Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 45(3) : 147-150. 1961.
67. ROE, R. y NOTTERSHEAD, B. E. Palatability of phalaris arundinacea L. Nature 193 : 255-256. 1962.
68. SCHNEIDER, B. H. et al. Estimation of the digestibility of feeds from their proximate composition. Journal of Animal Science 10(3) : 706-713. 1951.
69. \_\_\_\_\_ The prediction of digestibility for feeds for which there are only proximate composition data. Journal of Animal Science 11(1) : 77-83. 1962.
70. SOLARES, T. L. Influencia de la época del año, fertilización y edad de los pastos sobre su digestibilidad por bovinos. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 45 p. (Mimeo).
71. STEEL, R. G. y TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.
72. STREETER, D. C., CLANTON, D. C. y HOEHENE, E. D. Factor influencing voluntary intake of grazing cattle. Journal of Animal Science 25(2) : 597. 1966.
73. VAN DYNE, G. M. y MEYER, H. H. Forage intake by cattle and sheep on dry annual range. Journal of Animal Science 23(4) : 1108-1115. 1964.
74. VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. Journal of Animal Science 24(3) : 834-843. 1965.
75. \_\_\_\_\_ Symposium on nutrition and forage and pastures: New chemical procedures for evaluating forages. Journal of Animal Science 23(3) : 838-845. 1964.

76. \_\_\_\_\_ y WINE, R. H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV.- Determination of plant cell-wall constituents. Journal of the A.O.A.C. 50(1) : 50-55. 1967
77. WILSON, R. K. y McCARRICK, R. B. A nutritional study of grass swards at progressive stages of maturity. 1.- The digestibility, intake yield and chemical composition of dried grass harvested from swards of Irish perennial ryegrass, timothy and a mixed sward at nine progressive stages of growth. Irish journal of Agricultural Research 6(2) : 267-279. 1967.

A P E N D I C E

Cuadro 1. Peso inicial y final de los animales después de cada período experimental.

PASTO	EDAD	TOTAL KILOGRAMOS*	
		INICIAL	FINAL
Período I			
Pará	4 semanas	1194	1118
Elefante	" "	1161	1155
Alemán	" "	1177	1068
Pangola	" "	1169	1097
Guinea	" "	1191	1125
Gamalote	" "	1212	1100
Período II			
Pará	8 semanas	1129	1066
Elefante	" "	1185	1169
Alemán	" "	1164	1145
Pangola	" "	1148	1087
Guinea	" "	1111	1053
G amalote	" "	1183	1088
Período III			
Pará	12 semanas	1196	1144
Elefante	" "	1141	1142
Alemán	" "	1200	1196
P angola	" "	1158	1101
Guinea	" "	1163	1140
G amalote	" "	1155	1125

\* = Peso total de 4 animales

Cuadro 2. Coeficientes de digestibilidad de la materia seca, proteína fibra, extracto etéreo y energía.

---

PASTO	EDAD	MS	F	F	EE	E
Pará	4 semanas	57.02	66.69	59.04	61.36	58.64
"	8 "	54.93	65.27	53.03	50.49	51.29
"	12 "	49.95	51.65	46.82	65.28	49.22
Elefante	4 "	61.62	62.57	67.98	79.25	65.62
"	8 "	52.59	54.13	52.66	47.15	53.26
"	12 "	55.39	51.90	54.37	58.14	53.09
Alemán	4 "	59.19	62.70	57.44	51.13	64.61
"	8 "	57.66	62.91	58.24	45.48	56.72
"	12 "	57.94	58.93	55.57	64.60	56.93
Pangola	4 "	60.50	62.86	64.07	57.04	62.75
"	8 "	50.59	46.36	51.29	57.06	47.48
"	12 "	48.20	40.49	52.15	42.05	45.68
Guinea	4 "	55.05	64.34	50.75	81.72	58.82
"	8 "	48.47	42.59	46.19	49.85	46.36
"	12 "	53.24	56.28	52.59	63.53	53.24
Gamalote	4 "	47.40	41.13	54.89	80.04	54.84
"	8 "	59.30	58.64	58.85	59.99	59.81
"	12 "	50.46	50.76	50.62	58.48	49.18

---



Cuadro 3. Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad del extracto etéreo de los animales pastos.

PASTO	b <sub>0</sub>	MSC						% EEC			% HC			R <sup>2</sup>
		b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>		
Pará	6.39 x 10 <sup>10</sup>	0.60 <sup>++</sup>	0.55	0.76	2.02 <sup>++</sup>	-6.25	-0.16	0.82						
Elefante	2.29 x 10 <sup>8</sup>	0.09	-0.65 <sup>+</sup>	-1.15	0.08	6.47 <sup>+</sup>	-0.12	0.96						
Alemán	3.86 x 10 <sup>9</sup>	0.57 <sup>+</sup>	-0.30	-1.98	1.39 <sup>+</sup>	-2.08	-0.30 <sup>++</sup>	0.88						
Pangola	2.21 x 10 <sup>6</sup>	0.18	-2.17	-3.50	-0.10	8.41	-0.09	0.78						
Guinea	3.63 x 10 <sup>-19</sup>	0.55 <sup>+</sup>	2.76 <sup>+</sup>	6.23 <sup>*</sup>	0.78 <sup>+</sup>	3.17	-0.30 <sup>++</sup>	0.94						
Gamalote	1.08 x 10 <sup>6</sup>	0.28 <sup>+</sup>	0.26	-1.52 <sup>+</sup>	0.32 <sup>*</sup>	-0.84	-0.18	0.94						
Todos	9.52 x 10 <sup>-1</sup>	0.27 <sup>**</sup>	-0.24 <sup>+</sup>	-0.15	0.59 <sup>**</sup>	1.13 <sup>+</sup>	-0.14 <sup>*</sup>	0.55						

\*\* = P ≤ .01

\* = P ≤ .05

++ = P ≤ .10

+ = P ≤ .25

Cuadro 4. Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad del extracto etéreo, a diferentes edades de corte.

COEFICIENTES PARCIALES DE REGRESION

PASTO	$b_0$	MSc					Peso	$R^2$
		$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$		
4 semanas	$1.90 \times 10$	0.20 <sup>**</sup>	-0.39 <sup>+</sup>	1.20 <sup>*</sup>	0.35 <sup>**</sup>	-0.61	-0.13 <sup>**</sup>	0.93
8 semanas	2.08	-0.11	-0.14	-0.60	0.16	1.26	0.08	0.18
12 semanas	$8.38 \times 10^{-12}$	0.88 <sup>**</sup>	-0.79 <sup>+</sup>	1.69	0.81 <sup>+</sup>	5.57 <sup>+</sup>	-0.47 <sup>**</sup>	0.56

\*\* =  $P \leq .01$

\* =  $P \leq .05$

++ =  $P \leq .10$

+ =  $P \leq .25$

Cuadro 5. Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la energía de los diferentes pastos.

PASTO	b <sub>0</sub>	MSC						% Fc			% EEC			% Hc		Peso b <sub>6</sub>	R <sup>2</sup>
		b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>					
Pará	1.13 x 10 <sup>2</sup>	0.35 <sup>+</sup>	0.40	0.08	0.41	-0.49	-0.15	0.08	0.41	-0.49	-0.15	0.76					
Elefante	1.51 x 10 <sup>3</sup>	0.01	-0.15	-1.98	0.09	1.28	-0.03	0.09	0.09	1.28	-0.03	0.83					
Alemán	4.26 x 10 <sup>14</sup>	0.38 <sup>+</sup>	0.46 <sup>+</sup>	-2.45 <sup>+</sup>	0.11	-4.58	-0.13 <sup>+</sup>	0.11	0.11	-4.58	-0.13 <sup>+</sup>	0.76					
Pangola	1.37 x 10 <sup>-1</sup>	0.21	1.64	1.16	0.38	-0.65	-0.14 <sup>+</sup>	0.38	0.38	-0.65	-0.14 <sup>+</sup>	0.86					
Guinea	1.78 x 10 <sup>12</sup>	0.29 <sup>+</sup>	0.99 <sup>+</sup>	3.25 <sup>*</sup>	0.45 <sup>+</sup>	3.33	-0.13 <sup>+</sup>	0.45 <sup>+</sup>	0.45 <sup>+</sup>	3.33	-0.13 <sup>+</sup>	0.94					
Gamalote	2.41 x 10 <sup>41</sup>	0.63 <sup>+</sup>	-1.16	-3.69 <sup>*</sup>	-0.24 <sup>+</sup>	-15.98 <sup>+</sup>	-0.53 <sup>+</sup>	-0.24 <sup>+</sup>	-0.24 <sup>+</sup>	-15.98 <sup>+</sup>	-0.53 <sup>+</sup>	0.70					
Todos	9.57 x 10	0.22 <sup>**</sup>	0.24 <sup>*</sup>	0.76 <sup>**</sup>	-0.01	-0.56	-0.13 <sup>**</sup>	0.22 <sup>**</sup>	-0.01	-0.56	-0.13 <sup>**</sup>	0.53					

\*\* = P      .01

\* = P      .05

++ = F      .10

+ = P      .25

Cuadro 6. Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la energía, a diferentes edades de corte.

PASTO	COEFICIENTES PARCIALES DE REGRESION										R <sup>2</sup>	
	b <sub>0</sub>	MSC	b <sub>1</sub>	% Pc	b <sub>2</sub>	% Fc	b <sub>3</sub>	% EEc	b <sub>4</sub>	% Hc		b <sub>5</sub>
4 semanas	1.49 x 10 <sup>-1</sup>	0.20*	-0.33	-0.31	-0.02	1.93 <sup>†</sup>	-0.13 <sup>††</sup>					0.45
8 semanas	5.26 x 10 <sup>-2</sup>	0.03	0.22	-2.39 <sup>††</sup>	-0.55 <sup>**</sup>	1.85	-0.03					0.54
12 semanas	1.13 x 10	0.44 <sup>**</sup>	0.01	-0.53 <sup>†</sup>	0.23 <sup>††</sup>	0.91 <sup>†</sup>	-0.21 <sup>**</sup>					0.88

\*\* = P ≤ .01

\* = P ≤ .05

†† = P ≤ .10

† = P ≤ .25

Cuadro 7. Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la proteína de los diferentes pastos.

PASTO	$b_0$	MSc			% Pc			% Fc			% EEc			% Hc			Peso	$R^2$
		$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_3$	$b_4$	$b_4$	$b_5$	$b_5$	$b_6$					
Pará	$1.96 \times 10^7$	0.16	0.77 <sup>††</sup>	-0.31	0.17	0.17	-3.14	0.15	0.92									
Elefante	$8.46 \times 10$	-0.03	-0.17	-4.13	-0.53	-0.53	4.08	0.11	0.64									
Alemán	$5.18 \times 10^{14}$	0.19	0.44	-1.75	-0.13	-0.13	-5.28	-0.14	0.38									
Pangola	$2.00 \times 10^{-4}$	0.27	3.36 <sup>†</sup>	3.27	1.40 <sup>†</sup>	1.40 <sup>†</sup>	-2.55	-0.15	0.89									
Guinea	$3.45 \times 10^{16}$	0.71 <sup>*</sup>	5.70 <sup>**</sup>	9.49 <sup>**</sup>	0.89 <sup>†</sup>	0.89 <sup>†</sup>	-20.24 <sup>†</sup>	-0.07	0.94									
Gamalote	$1.10 \times 10^{53}$	0.88 <sup>†</sup>	-1.76	-2.23	-0.40 <sup>†</sup>	-0.40 <sup>†</sup>	-23.10 <sup>†</sup>	-0.61	0.75									
Todos	$2.26 \times 10^{-1}$	0.29 <sup>**</sup>	0.60 <sup>**</sup>	0.13	-0.16 <sup>*</sup>	-0.16 <sup>*</sup>	0.87	-0.10 <sup>†</sup>	0.46									

\*\* + P ≤ .01

\* = P ≤ .05

†† = P ≤ .10

† = P ≤ .25

Cuadro 8. Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la proteína, a diferentes edades de corte.

PASTO	b <sub>0</sub>	MSC					R <sup>2</sup>	
		% Pc	% Fc	% EEc	% Hc	Peso		
	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>u</sub>		
4 semanas	2.28 x 10 <sup>-2</sup>	0.31*	0.49	1.44 <sup>+</sup>	-0.48 <sup>+</sup>	-1.56	-0.24*	0.59
8 semanas	1.34 x 10 <sup>-3</sup>	0.05	1.28*	0.07	-0.25	1.60	0.07	0.74
12 semanas	1.45 x 10 <sup>-3</sup>	0.53*	0.24	-0.10	0.12	2.57	-0.14	0.59

\*\* = P < .01  
 \* = P < .05  
 ++ = P < .10  
 + = P < .25

Cuadro 9. Efectos de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la fibra de los diferentes pastos.

PASTO	$b_0$	MSC						R <sup>2</sup>
		$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	
ará	$1.44 \times 10^{-6}$	0.25	0.53 <sup>†</sup>	1.65	0.11	2.11	-0.11	0.83
lefante	9.05	-0.18 <sup>†</sup>	-0.30 <sup>†</sup>	-0.84	0.39	1.26	0.06	0.95
Alemán	$1.85 \times 10^{16}$	0.38 <sup>†</sup>	0.62 <sup>†</sup>	-1.96	0.15	-5.97	-0.18 <sup>†</sup>	0.46
Pangola	5.63	0.02	1.82	1.63	0.35	-2.03	-0.07	0.80
Guinea	$1.69 \times 10^{-17}$	0.02	0.08	2.71 <sup>†</sup>	0.22	6.92	0.04	0.75
Gamalote	$6.89 \times 10^{32}$	0.66 <sup>††</sup>	-0.04	-2.07	-0.08	-13.67 <sup>†</sup>	-0.58 <sup>††</sup>	0.60
Todos	$1.61 \times 10^{-1}$	0.18 <sup>**</sup>	0.36 <sup>**</sup>	0.20	0.02	1.00 <sup>††</sup>	-0.10 <sup>*</sup>	0.44

\*\* =  $P \leq .01$

\* =  $P \leq .05$

†† =  $P \leq .10$

† =  $P \leq .25$

Cuadro 10. Efecto de la composición química del forraje, consumo de materia seca y peso del animal sobre la digestibilidad de la fibra, a diferentes edades de curte.

PASTO	b <sub>0</sub>	COEFICIENTES PARCIALES DE REGRESION						R <sup>2</sup>
		MSc	% Pc	% Fc	% EEc	% Hc	Peso	
	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>		
4 semanas	4.86 x 10 <sup>-6</sup>	0.15 <sup>†</sup>	0.21	0.15	0.24	3.35 <sup>††</sup>	-0.04	0.43
8 semanas	1.32 x 10 <sup>-1</sup>	0.03	0.39 <sup>†</sup>	-1.46 <sup>†</sup>	-0.30 <sup>††</sup>	2.67 <sup>††</sup>	-0.05	0.60
12 semanas	4.89 x 10 <sup>-6</sup>	0.13 <sup>†</sup>	0.41 <sup>*</sup>	-1.15 <sup>†</sup>	-0.05	-1.61 <sup>††</sup>	-0.09 <sup>††</sup>	0.62

\*\* = P ≤ .01

\* = P ≤ .05

†† = P ≤ .10

† = P ≤ .25



Cuadro 11. Composición química del forraje ofrecido. Datos en por ciento de materia seca.

---

PASTO	EDAD	P	F	EE
Pará	4 semanas	13.21	65.29	3.20
"	8	11.57	70.98	2.57
"	12 "	8.26	69.14	3.04
Elefante	4 "	13.07	64.35	4.45
"	8 "	10.88	67.49	3.01
"	12 "	7.89	71.54	2.88
Alemán	4 "	13.25	59.31	2.56
"	8 "	11.40	69.12	2.34
"	12 "	8.63	68.67	2.78
Pangola	4 "	13.75	60.20	3.42
"	8 "	10.40	65.10	3.89
"	12 "	10.33	69.60	3.18
Guinea	4 "	10.63	65.53	4.00
"	8 "	9.10	69.21	2.98
"	12 "	8.94	71.43	2.95
Gamalote	4 "	11.74	64.18	4.54
"	8 "	10.97	66.76	2.95
"	12 "	10.46	70.96	2.72

---

Cuadro 12. Composición química del forraje rechazado. Datos en porcentaje de materia seca.

---

PASTO	EDAD	P	F	EE
Pará	4 semanas	12.10	70.34	2.45
"	8 "	10.20	71.49	2.02
"	12 "	7.50	71.01	1.93
Elefante	4 "	14.33	65.36	2.55
"	8 "	10.01	68.50	3.12
"	12 "	7.26	69.54	2.92
Alemán	4 "	13.55	65.05	2.28
"	8 "	10.31	70.15	1.66
"	12 "	6.47	70.02	2.23
Pangola	4 "	13.75	64.43	3.27
"	8 "	10.63	65.34	2.78
"	12 "	10.40	66.01	2.66
Guinea	4 "	10.23	73.66	2.30
"	8 "	8.83	73.26	2.19
"	12 "	8.87	68.94	2.54
Gamalote	4 "	12.61	65.80	2.66
"	8 "	10.68	65.35	2.23
"	12 "	10.77	67.53	2.10

---

Cuadro 13. Composición química del forraje consumido. Datos en porcentaje de materia seca.

---

PASTO	EDAD	P	F	EE
Pará	4 semanas	13.93	64.12	3.69
"	8 "	12.45	70.11	2.94
"	12 "	8.75	69.04	3.76
Elefante	4 "	12.64	64.26	5.06
"	8 "	11.33	66.71	2.95
"	12 "	8.09	68.41	2.84
Alemán	4 "	13.14	58.18	2.68
"	8 "	11.92	68.45	2.64
"	12 "	9.34	66.76	2.92
Pangola	4 "	13.72	59.85	3.59
"	8 "	10.30	65.15	4.45
"	12 "	10.25	70.49	3.48
Guinea	4 "	10.90	63.98	5.05
"	8 "	9.27	67.24	3.41
"	12 "	8.99	70.98	3.12
G amalote	4 "	10.85	63.82	6.13
"	8 "	11.09	67.87	2.76
"	12 "	10.30	71.22	3.04

---