

ESTIMACION DEL CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES TROPICALES
EN PASTOREO DIRECTO.

Por

Suchet Louis

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

Centro de Enseñanza e Investigación

Turrialba, Costa Rica

Julio, 1967

ESTIMACION DEL CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES TROPICALES
EN PASTOREO DIRECTO

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:



John V. Bateman, Ph.D.

Consejero



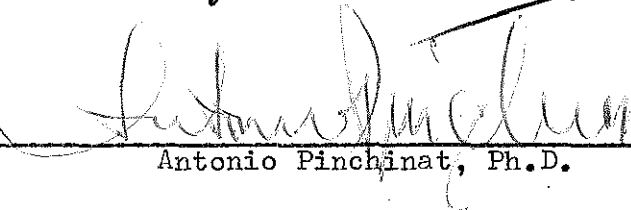
John Blydenstein, Ph.D.

Comité



Karel Vohnout, Ph.D.

Comité



Antonio Pinchinat, Ph.D.

Comité

Julio, 1967

A mi madre
A mis hermanas
A mi esposa

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos:

A la Organización de Estados Americanos (OEA) por haberme otorgado la beca que me ha permitido efectuar estudios postgraduados.

Al Departamento de Agricultura de Haití por las facilidades ofrecidas.

A todos los profesores del IICA y de la Disciplina de Zootecnia por la formación científica impartida.

Al Dr. John V. Bateman, consejero principal, por sus sugerencias, constructivas críticas y eficiente cooperación durante las etapas de mi tesis.

Al Dr. John Blydenstein, por su interés y ayuda apreciable en el desarrollo de este trabajo.

A los Doctores Karel Vohnout y Antonio Pinchinat por su colaboración desinteresada.

A Miguel Angel Mora y Guillermo Ramírez por la eficiente ayuda en los laboratorios y el campo.

A mi querida esposa por su estrecha colaboración en el desarrollo de la segunda parte de este trabajo.

A mis compañeros.

BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de Anse-à-Veau, Haití, el 23 de diciembre de 1935. Realizó sus estudios primarios en la Escuela "Les Frères de l'Instruction Chrétienne" de su ciudad natal. Cursó sus estudios secundarios en el liceo "Toussaint Louverture" en Puerto-Príncipe, recibiendo el título de Bachiller en letras en 1958.

En 1958 ingresó a la Facultad de Derecho en Puerto Príncipe, Haití, donde obtuvo el título de Bachiller en Derecho, en 1960. En 1959, ingresó a la Facultad de Agronomía de Haití, en Puerto Príncipe, donde se graduó de Ingeniero Agrónomo en el año de 1963. En diciembre de 1963 inició trabajos como Zootecnista en un proyecto de Zootecnia patrocinado por el Gobierno haitiano y los Fondos Especiales de los Estados Unidos, en el Departamento Sur de Haití, cargo que desempeñó hasta agosto de 1965.

En setiembre de 1965 ingresó como estudiante graduado al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Centro de Turrialba, para efectuar estudios postgraduados en la Disciplina de Zootecnia. Terminó sus estudios en el mencionado Centro en julio de 1967.

TABLA DE CONTENIDO

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| INTRODUCCION | 1 |
| REVISION DE LITERATURA | 2 |
| I. Importancia del valor nutritivo de la ración .. | 2 |
| II. Factores que influyen en el consumo y digestibilidad de los pastos | 2 |
| III. Métodos para estimar el consumo y la digestibilidad de forraje en pastoreo | 3 |
| IV. Muestreo de pasto en el campo | 5 |
| MATERIALES Y METODOS | 7 |
| I. Manejo de los animales empleados | 7 |
| II. Pastos y potreros utilizados en el experimento | 11 |
| III. División de los ensayos y colección de heces .. | 12 |
| IV. Determinación de cromógenos | 13 |
| V. Determinación del óxido crómico | 15 |
| VI. Análisis aproximado de los nutrimentos | 16 |
| VII. Fórmulas aplicadas | 16 |
| VIII. Identificación microscópica de los pastos que componer las ingestas sacadas del rumen de novillos fistulados | 19 |
| RESULTADOS Y DISCUSION | 21 |
| I. Consumo de materia seca de los forrajes | 21 |
| II. Digestibilidad de la materia seca de los forrajes | 27 |
| III. Contenido y consumo de nutrimentos digestibles totales (N.D.T.) de los forrajes con y sin concentrado | 31 |
| CONCLUSIONES | 36 |
| RESUMEN | 37 |
| SUMMARY | 39 |
| RESUMÉ | 41 |
| LITERATURA CITADA | 44 |
| APENDICE | 49 |

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| Resultados de determinación de feofitina de los forrajes muestreados dentro del rumen de novillos fistulados, en unidades/100 gramos de materia seca | 50 |
| Estimación indirecta del consumo y digestibilidad de la materia seca de Pangola y Guinea-Calinguero sin el suplemento concentrado | 52 |
| Estimación indirecta del consumo y digestibilidad de la materia seca de Pangola y Guinea-Calinguero con el suplemento concentrado | 53 |
| Porcentajes de N.D.T. de las raciones consumidas en los ensayos I, II y III | 57 |
| Consumo diario de N.D.T. en por ciento del peso vivo ... | 58 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro N ^o | | <u>Página</u> |
|-----------------------|--|---------------|
| 1 | Distribución de los ensayos durante el experimento | 7 |
| 2 | Peso promedio de las vacas por ensayo | 8 |
| 3 | Composición química de los concentrados utilizados en los ensayos I, II y III | 9 |
| 4 | Cantidad media de cromo por pastilla de dosificación y error estándar del promedio | 15 |
| 5 | Consumo diario de materia seca de los forrajes en por ciento del peso vivo | 21 |
| 6 | Análisis de variancia para dietas en la estimación del consumo de Pangola con y sin concentrado | 22 |
| 7 | Análisis de variancia para dietas en la estimación del consumo de Guinea-Calinguero con y sin suplemento concentrado | 22 |
| 8 | Consumo diario de forraje verde y materia seca en por ciento del peso vivo | 23 |
| 9 | Análisis de variancia para consumo de Pangola en los cinco ensayos | 24 |
| 10 | Análisis de variancia para consumo de Guinea-Calinguero en los cinco ensayos | 24 |
| 11 | Comparación del consumo de materia seca del pasto Pangola entre ensayos | 25 |
| 12 | Comparación del consumo de materia seca de Guinea-Calinguero entre ensayos | 26 |
| 13 | Digestibilidad de la materia seca | 27 |
| 14 | Análisis de variancia para coeficientes de digestibilidad de la materia seca de Pangola con y sin concentrado | 28 |

| Cuadro N ^o | | <u>Página</u> |
|-----------------------|---|---------------|
| 15 | Análisis de variancia para coeficientes de digestibilidad de la materia seca de Guinea-Calinguero con y sin concentrado | 29 |
| 16 | Coefficientes de digestibilidad de la materia seca | 29 |
| 17 | Cantidad relativa de pastos en la dieta consumida en los potreros de Guinea-Calinguero ... | 30 |
| 18 | Composición química y N.D.T. del pasto Pangola | 32 |
| 19 | Composición química y N.D.T. de la mezcla Guinea-Calinguero | 32 |
| 20 | N.D.T. en las dietas consumidas | 33 |
| 21 | Análisis de variancia en la estimación de los porcentajes de N.D.T. de Pangola con y sin sup plemento concentrado | 33 |
| 22 | Análisis de variancia en la estimación de los porcentajes de N.D.T. de Guinea-Calinguero con y sin suplemento concentrado | 34 |
| 23 | Necesidades energético y consumo de N.D.T. en kilogramos por día | 35 |

INDICE DE FOTOGRAFIAS

| Foto N ^o | | <u>Página</u> |
|---------------------|---|---------------|
| 1 | Novillos con fístula en el rumen pastoreaban con las vacas del hato durante los ensayos .. | 14 |
| 2 | Muestreo de forraje dentro del rumen | 14 |
| 3 | Aparato que sirvió para identificar los pastos que componen las ingestas de Guinea-Calinguero | 20 |

INTRODUCCION

En los trópicos húmedos, los forrajes verdes constituyen generalmente la base principal de la alimentación del ganado bovino, ya sea en forma de pasto de corte o en pastoreo directo. El uso de pasto de corte requiere mano de obra adicional, a menudo costosa por los trabajos diarios de corte y acarreo. La maquinaria puede no resultar económicamente aplicable en las pequeñas explotaciones. Por lo anotado, se considera que es mejor utilizar los forrajes en la forma de pastoreo directo, siempre y cuando las condiciones locales existentes lo permitan. El ganado en pastoreo proporciona sus alimentos, cosechando el pasto por sí mismo y seleccionándolo a su gusto. Sin embargo, en ciertas circunstancias de producción, puede ser necesario mejorar la nutrición de los animales en pastoreo. En tal situación se hace necesario conocer la productividad potencial de las praderas mediante análisis químico de los forrajes y mediante pruebas de consumo y digestibilidad. Estos conocimientos previos permiten equilibrar adecuadamente las raciones de acuerdo a la producción.

En vista de que son pocos los estudios previos sobre el valor nutricional de los forrajes del trópico en condiciones de pastoreo directo, el objetivo principal del presente trabajo consistió en estimar, en las condiciones locales de pastoreo rotativo, el consumo y la digestibilidad del pasto Guinea (Panicum maximum Jacq) y pasto Calingüero (Melinis minutiflora Beauv.) en asociación y de pasto Pangola (Digitaria decumbens Stent.) en cultivo relativamente puro.

REVISION DE LITERATURA

I. Importancia del valor nutritivo de la ración

El concepto de valor nutritivo de la ración debe ser considerado como fundamental en la alimentación animal. De acuerdo al criterio de Raymond, Harris y Harker (40), Crampton, Donefer y Lloyd (15), el valor nutritivo de una ración depende de su digestibilidad la cual a su vez puede controlar el consumo por el animal. Analizando más detalladamente este concepto, Reid (42) consideró que hay tres criterios importantes: consumo, digestión o absorción de la materia seca y de los nutrimentos y utilización de la materia absorbida para asegurar las funciones vitales y en la formación de productos animales.

II. Factores que influyen en el consumo y digestibilidad de pastos

En condiciones de pastoreo existen factores extrínsecos que afectan el consumo y la digestibilidad de pastos. De ellos, los más importantes son la palatabilidad y las cargas animales por unidad de superficie (5, 22, 49). Scant (46) observó la influencia del olor, color, textura y sabor de la hierba y Reid (42) el estado de crecimiento sobre la aceptabilidad del forraje por los bovinos. Otros investigadores (12, 17, 28) encontraron correlaciones positivas entre aceptabilidad de los pastos y su contenido de principios nutritivos por ejemplo, proteína y grasa. Sin embargo, Tuman y Muller citados por Hardison et al (22) observaron que no

existe siempre una correlación entre aceptabilidad y composición química de las hierbas pastoreadas. Los resultados hallados por Hosaka (24) en Hawaii confirmaron que no se puede tratar de correlacionar dichos factores puesto que a menudo hay plantas muy apetecibles con bajo contenido de nutrimentos y vice versa. También, el consumo ad libitum depende del volumen del estómago de los animales, sus necesidades energéticas y la digestibilidad de la ración (7, 46). La digestibilidad de una misma ración puede diferir tanto entre especies de animales como entre animales de una misma especie (1, 3, 13, 42). Además, existen factores ambientales que influyen en el consumo y la digestibilidad del pasto en pastoreo tales como la temperatura, la radiación solar y la lluvia (9, 46, 47).

Los animales en pastoreo seleccionan su dieta y consumen más que en estabulación donde tienen que consumir sólo la ración ofrecida (22, 26). Sin embargo, la competencia entre animales para pastorear disminuye su oportunidad de seleccionar el pasto y afecta su nutrición. En efecto, trabajando con diferentes cargas animales en zona templada Torre (49) encontró que las cargas pesadas disminuyen la digestibilidad y la eficiencia vital de utilización del forraje.

III. Métodos para estimar el consumo y la digestibilidad de forraje en pastoreo

Los métodos de estimación del consumo y digestibilidad de las raciones en condiciones de estabulación no son aplicables en condiciones de pastoreo, porque el consumo es espontáneo ni se conoce la

calidad del forraje ingerido por los animales durante su pastoreo selectivo (38, 42, 47, 48). Además, es muy laboriosa la recolección individual de las heces en el potrero (18, 19). Entre los métodos para estimar consumo y digestibilidad en condiciones de pastoreo el uso de indicadores se revela más apropiado y da resultados dignos de confianza (38, 40, 41); los cromógenos de las plantas y el óxido crómico son una de las combinaciones más usadas (5, 6, 8, 16, 21, 26, 44, 45, 50).

Los cromógenos son pigmentos de la materia vegetal. Reid (41) observó que el producto de extracción presenta un punto isobéptico o de recuperación, característico del espectro a 406 m μ mientras que Scaut (46) lo notó entre 400 y 450 m μ . Entre todos los pigmentos vegetales (carotenoides, xantofilas, clorofilas) el más estable es la feofitina, producto de degradación de las clorofilas en el tracto digestivo del animal (25, 29). La feofitina es indigestible y recuperable en las heces pues Scaut (46), Reid (41) e Iturbide (26) encontraron casi ciento por ciento de recuperación de las unidades de feofitina consumidas. El óxido crómico es una sustancia química no tóxica, inerte y no digerible (34, 48). Pero, se logra difícilmente su total recuperación en las heces (47); Hardison y Reid (21) observaron que el óxido crómico se excreta en forma cíclica, lo que impide el muestreo de heces en cualquier hora durante un día. Dichos investigadores lograron excreción máxima entre las 10 y 14 horas después del suministro de óxido crómico. Este indicador se puede suministrar de varias maneras; Crampton y Lloyd (14) usaron la forma granular; Raymond y Minson (39) la forma

de suspensión e Iturbide (26) la forma de pastilla a base de harina de trigo. Kane y colaboradores (30) han utilizado el óxido crómico mezclado con concentrado pero Scaut (47) no está de acuerdo con dicha mezcla porque es difícil lograr una mezcla homogénea. Para uniformar la cantidad de óxido crómico que pasa por el aparato digestivo, Brisson (5) y Elliot y Fokkema (16) propusieron un período de dosificación de cinco a diez días antes de la colección de heces. En condiciones de pastoreo, Scaut (46, 47) y Raymond y Minson (39) colectaron las heces en el potrero, Hardison y Reid (21) directamente del recto de los animales. El muestreo de heces puede hacerse acumulativamente durante un día o solamente dos veces al día en las horas de máxima excreción del óxido crómico. Iturbide (26) no encontró diferencia significativa entre las estimaciones de digestibilidad y consumo basadas en muestras de mañana y tarde y muestras de la producción fecal de 24 horas.

IV. Muestreo de pasto en el campo

Es difícil saber la calidad del forraje ingerido por los animales en pastoreo, pues los animales seleccionan las partes de las plantas que les gustan (17). Además, es difícil imitar sus hábitos de selección (21, 23). Cook (11) y Schneider (48) anotaron el carácter dudoso del muestreo manual por las siguientes razones: la planta crece y madura cada día, existen variaciones en los sitios de muestreo y es difícil saber que especies y que proporciones de los forrajes son ingeridos. Varios investigadores observaron diferencias significativas entre la digestibilidad y el contenido de

nutrimentos del pasto cortado y los del pasto ingerido por animales en pastoreo (17, 22, 32). De todos los métodos propuestos para muestrear el forraje en el campo, el muestreo mediante animales "fistulados" en el esófago o en el rumen es el más apropiado (11, 12, 32, 42). A pesar de que el uso de animales fistulados da lugar a ciertas controversias referentes a la limpieza del rumen y la presencia de saliva en las ingestas los resultados obtenidos son satisfactorios (12, 22, 37, 42). En virtud de lo expuesto, para el presente trabajo se adoptó la metodología que se describirá a continuación.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en las dependencias de la Disciplina de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Centro de Turrialba. Se inició en mayo de 1966 y se terminó en julio de 1967. Los ensayos cubrieron dos épocas que se diferenciaron principalmente por su precipitación pluvial. El cuadro 1 indica la distribución de los ensayos en cada época, las fechas y precipitación correspondiente.

Cuadro 1. Distribución de los ensayos durante el experimento.

| ENSAYOS | Epoca de abundancia de lluvia | | | Epoca de escasez de lluvia | |
|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| | I | II | III | IV | V |
| Fechas | Mayo 22 a Junio 3 1966 | Julio 17 a Julio 29 1966 | Set. 18 a Set. 30 1966 | Febrero 26 a Marzo 10 1967 | Marzo 26 a Abril 7 1967 |
| Precipitación* en mms | 495.1 | 297.8 | 407.8 | 87.0 | 117.4 |

* La precipitación del mes anterior a cada ensayo hasta el fin del mismo.

I. Manejo de los animales empleados

Del hato de vacas lecheras con tres partos o más se escogieron al azar 12 en la primera época y 20 en la segunda. De todos los animales empleados, 22 fueron de la raza Criolla, ocho de la raza

Jersey y dos media sangre Jersey x Criollo y Criollo x Jersey x Suizo. Las vacas de prueba se quedaron dentro del hato lechero de la Disciplina de Zootecnia, el cual seguía un pastoreo rotativo. Se tomó el peso de las vacas antes de cada ensayo. El cuadro 2 muestra los promedios de peso en cada ensayo.

Cuadro 2. Peso promedio de las vacas por ensayo.

| Pasto | Ensayo I | Ensayo II | Ensayo III | Ensayo IV | Ensayo V |
|-------------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|
| Pangola | 360.1* | 371.9 | 378.8 | 379.7 | 381.9 |
| Guinea-Calinguero | 377.6 | 361.6 | 403.5 | 349.8 | 366.2 |

* Peso en kilogramos.

En el hato lechero, suele ofrecerse concentrado a las vacas a razón de un kilo de concentrado por cada cuatro kilos de leche corregida al cuatro por ciento de grasa. En consecuencia, durante el experimento, la cantidad de concentrado ofrecido a los animales no fue igual en todos los ensayos porque variaba la producción. En los tres primeros ensayos se estimó el consumo y la digestibilidad en dos condiciones: administrando regularmente el concentrado convencional a las vacas y suprimiendo este suplemento. Los propósitos de esta variación de la dieta fueron:

1. Conocer el consumo de forraje en las dos condiciones.
2. Apreciar cómo el consumo de concentrado influye en la digestibilidad de la dieta total.

3. Ver si los pastos solos pueden suplir suficiente energía para cubrir las necesidades de una producción de leche igual al promedio del hato: 8 kilogramos de leche a 4% de grasa por día.

De las 12 vacas que pastoreaban en Pangola y en Guinea-Calanguero, solo seis consumieron concentrado. Se le adjudicó a cada animal el mismo pasto durante todo el experimento.

El cuadro 3 indica la composición química de los concentrados utilizados en los ensayos, I, II y III, durante los cuales se estimó la digestibilidad de los nutrimentos de la dieta compuesta de pastos y concentrado y de pastos solos.

Cuadro 3. Composición química de los concentrados utilizados en los ensayos I, II y III.

| Ensayos | Materia seca | B a s e s e c a | | | | E.L.N.* |
|---------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------|---------|
| | | Ceniza | Proteína cruda | Extracto etéreo | Fibra cruda | |
| | % | % | % | % | % | % |
| I | 86.2 | 6.7 | 18.7 | 12.2 | 14.7 | 47.8 |
| II | 89.7 | 12.1 | 14.7 | 3.8 | 16.8 | 52.7 |
| III | 87.9 | 11.2 | 18.7 | 5.6 | 16.3 | 48.2 |

* Elementos libres de Nitrógeno.

Un mes antes de iniciar el experimento las vacas de prueba fueron sometidas a un período de preparación durante el cual fueron

acostumbradas al muestreo de heces por el recto y a la dosificación del óxido crómico. Se dispuso de tres novillos con fístula en el rumen para el muestreo de pasto consumido. Tres meses antes de comenzar el experimento se llevaron a cabo tres estudios preliminares con los forrajes en estudio, consistiendo en:

1. Distribución de los cromógenos en las plantas forrajeras.
2. Concentraciones de cromógenos y contenidos de nutrimentos en muestras de pasto sacadas del rumen y del campo.
3. Efecto del líquido de rumen sobre las concentraciones de cromógenos en los pastos.

Con base en los resultados de estos estudios preliminares (Louis y Bateman*) se concluyó:

- a) por la variación de los cromógenos que existen en las diferentes partes comestibles de los pastos estudiados y el grado de selección del forraje por los animales en pastoreo, el muestreo manual de pasto no ofrece bases confiables en experimentos de digestibilidad en pastoreo;
- b) los animales con fístula en el rumen pueden ser utilizados exitosamente para obtener muestras representativas del forraje ingerido.

Antes de cada ensayo los novillos fistulados fueron acostumbrados al manejo diario y a las prácticas de vaciar el rumen y de

* Este trabajo será presentado para su publicación en la revista Turrialba.

sacar muestras. Los novillos acompañaron al hato lechero en los potreros dos días antes de iniciar el muestreo y se estimó que su grado de selección fue comparable al del hato entero. Para ganar tiempo y también evitar la sensación de hambre se vació solamente la parte delantera de la panza. Después de 30 a 40 minutos de pastoreo se sacó una muestra de forraje fresco después de haber mezclado las ingestas, evitando siempre coger pasto atacado por el proceso de fermentación.

En los ensayos I, II y III se colectaron las muestras del rumen de dos novillos, dos veces al día entre las 8:00 a.m. y las 2:00 p.m. En los ensayos IV y V se muestrearon las ingestas de la panza de tres novillos una vez al día entre las 8:00 a.m. y las 12:00 a.m. En esas horas pastoreaban las vacas del hato lechero en los mismos pastos muestreados. Se llevaron las muestras a un congelador después de diez a quince minutos de ser sacadas. En la noche, las muestras compuestas de ingestas se congelaron de -20°C a -23°C .

II. Pastos y potreros utilizados en el experimento

Se disponían de diez potreros con Pangola, (Digitaria decumbens Stent.) y seis con Guinea (Panicum maximum Jacq.) en asociación con Calingüero (Melinis minutiflora Beauv.). De los animales del experimento eran mantenidos la mitad en pastoreo sobre Pangola y la otra mitad sobre la asociación de Guinea-Calingüero. Los potreros de Pangola están ubicados sobre terrenos planos y los potreros de Guinea-Calingüero sobre lomas. Entre los potreros de

Pangola había siete de más o menos dos hectáreas y tres de más o menos tres hectáreas; dando un total de 21,7 hectáreas. La capacidad de carga fue estimada a más de dos animales por hectárea por año, con un número total de aproximadamente 56 vacas. La altura de pasto al iniciar el pastoreo fue de 30 a 50 centímetros. El Pangola fue abonado tres veces al año con un total de 1000 libras / hectárea de urea, 300 libras/hectárea de muriato de potasio y 150 libras/hectárea de superfosfato triple. El sistema de pastoreo fue de una rotación de 22 días. Entre los potreros Guinea-Calinguero había aproximadamente dos de seis hectáreas, dos de nueve hectáreas y dos de 11 hectáreas, dando un total de 55.7 hectáreas. La capacidad de carga fue mayor a un animal por hectárea por año, con un total aproximado de 63 vacas. El Guinea-Calinguero no recibió aplicación de abono. Se usó una rotación de 30 días en los potreros de Guinea-Calinguero.

III. División de los ensayos y colección de heces

Cada ensayo comprendía 13 días: ocho para preparación y cinco para muestreo de pasto y heces. Durante los días de muestreo, las vacas fueron dosificadas con pastillas de óxido crómico mediante un lanza-bolos. La dosificación se hizo en la mañana a las 4:30 a.m. y a las 5:30 p.m. ^{semestrales} todos los días de manera que transcurrieron de 11 a 12 horas entre el suministro de óxido crómico y el muestreo de heces. Se tomaron muestras de heces dos veces al día del recto de las vacas a las 5:00 a.m. y 6:00 p.m. Las muestras de mañana y de tarde se mezclaron en una muestra compuestas representativa del

día. Se determinó la materia seca de 200 gramos de las muestras diarias. Una parte de cada muestra diaria fue congelada en bolsa de polietileno, cerrada por ligas de hule, para formar muestras compuestas de cinco días, proporcionalmente a los porcentajes diarios de materia seca. En todos los ensayos las muestras compuestas de cinco días sirvieron para la determinación de cromógenos. Las muestras húmedas de heces fueron manipuladas con cuidado para evitar el efecto de la luz sobre los cromógenos. La materia seca fue molida y conservada en un cuarto con humedad controlada al 90 por ciento aproximadamente, hasta el momento de efectuar los análisis químicos y las determinaciones del óxido crómico.

IV. Determinación de los cromógenos

Para la determinación de los cromógenos en las muestras compuestas húmedas de ingestas y de heces, se siguió el siguiente proceso. Se maceraron siete a diez gramos de la muestra con un solvente acetónico, acidificado por ácido oxálico. Las lecturas espectrofotométricas de coeficiente de extinción se hicieron a una longitud de onda igual a 415 m μ . Las extracciones de los pigmentos se llevaron a cabo bajo condiciones de luz roja. Los detalles del procedimiento se encuentran en Iturbide y Bateman (28). En los ensayos I, II y III se extrajeron los cromógenos de ingestas de muestras compuestas sacadas de dos novillos por cada día, una por la mañana y otra por la tarde. En los ensayos IV y V se analizaron muestras compuestas por cada potrero y para tres novillos fistulados.



Foto 1. Novillos con fistula en el rumen pastoreaban con las vacas del hato durante los días de cada ensayo.



Foto 2. Muestreo de forraje dentro del rumen.

V. Determinación del óxido crómico

La determinación de óxido crómico en las heces fue realizada según el método de Kimura y Miller (31). Se leyeron los valores en un espectrofotómetro marca Coleman, a 440 m μ . Las excreciones de óxido crómico fueron expresadas en miligramos por gramo de materia seca de heces, basándose sobre una curva estándar previamente establecida. También se determinó el contenido de cromo en muestras de las pastillas utilizadas en la dosificación de las vacas. La preparación de las pastillas se llevó a cabo en los laboratorios de Nutrición de la Disciplina. Se mezclaron el óxido crómico y la harina de trigo de modo que cada pastilla tenga teóricamente nueve gramos de Cr₂O₃ y 4.50 gramos de harina. La cantidad de agua agregada dependió de la materia seca de la harina usada. Las pastillas fueron secadas a 100°C durante ocho horas. El cuadro 4 muestra los resultados de análisis de cromo en las mezclas usadas.

Cuadro 4. Cantidad media de cromo por pastilla de dosificación y error estándar del promedio.

| Preparación para los ensayos* | Gramos de cromo por pastilla | Error estándar |
|-------------------------------|------------------------------|----------------|
| I, II y III | 7.10 | \pm 0.12 |
| IV, V | 6.27 | \pm 0.16 |

* Se tomaron muestras de seis pastillas en cada ensayo.

VI. Análisis aproximado de los nutrimentos

Se siguieron los procedimientos utilizados en los laboratorios de Nutrición de la Disciplina y basados sobre los métodos de la Association of Official Agriculture Chemists, A.O.A.C. (4).

VII. Fórmulas aplicadas

✓ 1.
$$P.f. = \frac{C}{c}$$
 Mc Cullough (35)
Scout (47)

donde: P.f. = Producción fecal en gramos de materia seca por vaca por unidad de tiempo.

C = Peso total de óxido crómico ingerido por unidad de tiempo, en gramos.

c = Peso de la concentración de óxido crómico en gramos por gramo de materia seca de heces.

✓ 2.
$$C.M.S. = \frac{F \times P.f.}{f.}$$
 Reid et al (44)

donde: C.M.S.= Consumo de materia seca de forraje en gramos por unidad de tiempo.

P.f. = Producción fecal en gramos de materia seca por vaca por unidad de tiempo.

F = Unidades de cromógenos por gramo de materia seca de heces.

f = Unidades de cromógenos por gramo de materia seca de forraje.

3. Cuando el animal consume pasto y concentrado la fórmula 2 llega a ser:

$$C.M.S. = \frac{(F \times P.f.) - (a \times co)}{f}$$

donde: a = Unidades de cromógenos por gramos de materia seca de concentrado

co = Consumo de materia seca de concentrado.

4. $D.M.S.\% = \frac{C.M.S. - P.f.}{C.M.S.} \times 100$

donde: D.M.S.= Digestibilidad de la materia seca de forraje en por ciento.

C.M.S.= Consumo diario de materia seca de forraje en gramos.

P.f.= Producción fecal diaria en gramos de materia seca.

5. Cuando el animal consume pasto y concentrado la fórmula 4 llega a ser:

$$D.M.S.\% = \frac{(C.M.S. + co) - P.f.}{C.M.S. + co} \times 100$$

donde: C.M.S.= Consumo diario de materia seca de forraje en gramos.

co = Consumo diario de materia seca de concentrado en gramos

P.f. = Producción fecal diaria en gramos de materia seca.

$$6. \quad D.N.\% = \frac{(C.M.S. \times N) - (P.f. \times nh)}{C.M.S. \times N} \times 100$$

donde: D.N.% = Digestibilidad de un nutrimento del forraje en por ciento.

nh = Por ciento del nutrimento en las heces
(en base seca)

N = Por ciento del nutrimento en el forraje
(en base seca)

C.M.S. = Consumo diario de forraje en gramos de materia seca.

P.f. = Producción fecal diaria en gramos de materia seca.

7. Cuando el animal consume pasto y concentrado la fórmula 6 llega a ser:

$$D.N.\% = \frac{(C.M.S. \times N) + (co \times n) - (P.f. \times nh)}{(C.M.S. \times N) + (co \times n)} \times 100$$

donde: co = Consumo diario de materia seca de concentrado en gramos.

n = Por ciento del nutrimento en el concentrado (en base seca).

$$8. \quad N.D. = C.N.A. \times \% N$$

donde: N.D. = Nutrimento digestible

C.N.A. = Cantidad del nutrimento en el alimento

%N = Por ciento de digestibilidad del nutrimento

$$9. \quad N.D.T.\% = P.D.\% + E.E.D.\% (2.25) + F.D.\% + E.L.N.\%$$

donde: N.D.T.% = Por ciento de nutrimentos digestibles
totales.

P.D.% = Por ciento de proteína digestible.

E.E.D.% = Por ciento de extracto etéreo digestible.

F.D.% = Por ciento de fibra digestible

E.L.N.% = Por ciento de elemento libre de nitrógeno
digestible.

VIII. Identificación microscópica de los pastos que componen las
ingestas sacadas del rumen de novillos fistulados

De acuerdo a la técnica propuesta por Harker (23) se adaptó el siguiente método para analizar las muestras de ingestas y determinar las cantidades relativas de los diferentes pastos consumidos en los potreros de Guinea-Calinguero. Las muestras fueron lavadas tres veces con agua para quitar la saliva y luego fueron expuestas al aire durante 24 horas. El aparato que sirvió para los análisis fue compuesto de un microscopio biocular de disección ubicado en el medio de una tabla de 88 centímetros de largo por 29.5 de ancho. Una lámina de vidrio de 45 x 15 centímetros se desplazó sobre la tabla debajo de una regla graduada en centímetros, la cual pudo moverse en la dirección perpendicular a la lámina. El microscopio tenía un punto muy fino en el centro del ocular. Se identificaron los pastos en 400 puntos de una muestra uniformemente distribuida sobre la lámina. Se identificó y anotó el nombre del forraje al que pertenece la mínima parte de hoja o tallo debajo de este

punto. Se identificaron los pastos en tres clases: Guinea, Calingüero e incógnitos. Se calculó el porcentaje de cada clase, aplicando la siguiente fórmula:

$$X = \frac{\text{Número de puntos sobre el pasto identificado}}{\text{Número total de puntos identificados}} \times 100$$

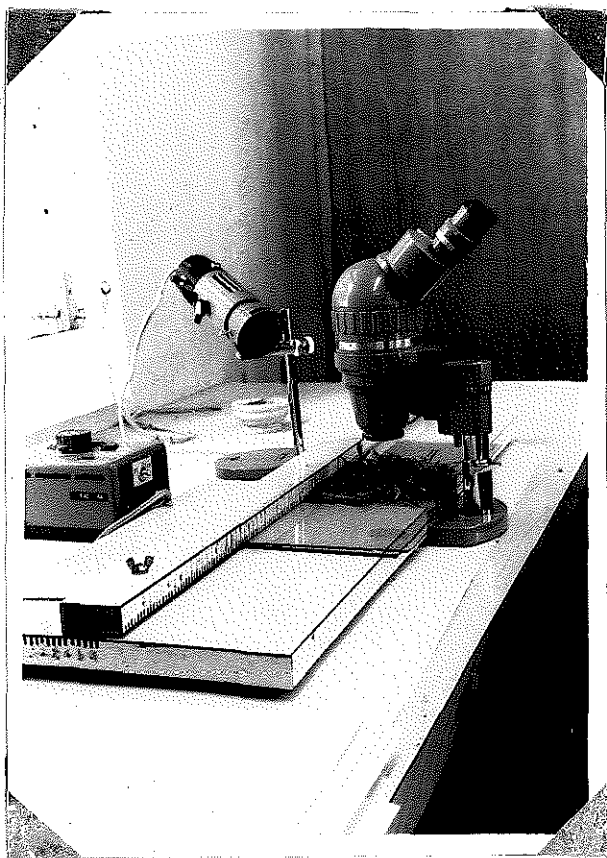


Foto 3. Aparato que sirvió para identificar los pastos que componen las ingestas de Guinea-Calingüero.

RESULTADOS Y DISCUSION

I. Consumo de materia seca de los forrajes

En los ensayos I, II y III se estimó el consumo de forraje en dos condiciones: 1) ofreciendo a las vacas un suplemento concentrado de acuerdo a la producción y 2) suprimiendo este suplemento. Los resultados, sin incluir los valores para concentrado consumido, se encuentran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Consumo diario de materia seca de los forrajes en por ciento del peso vivo.

| D i e t a s | Ensayo I | Ensayo II | Ensayo III | Promedio general |
|--|-------------|--------------|---------------|---------------------|
| Pangola | 2.68* | 1.84 | 2.56 | 2.36 |
| Pangola con concentrado | 2.80 | 1.78 | 2.43 | 2.33 |
| ----- | | | | |
| Coefficiente de variabilidad en por ciento | 10.68 | 21.56 | 12.79 | |
| ----- | | | | |
| Guinea-Calinguero | 3.25 | 2.84 | 2.63 | 2.90 |
| Guinea-Calinguero con concentrado | 3.65 | 2.67 | 2.91 | 3.07 |
| ----- | | | | |
| Coefficiente de variabilidad en por ciento | 7.77 | 13.26 | 8.80 | |

* Cada dato por ensayo es un promedio de tres.

Los análisis de variación (cuadros 6 y 7) para los datos del cuadro 5 indican que el pastoreo con y sin concentrado no resultó en diferencias significativas de consumo de forraje.

Cuadro 6. Análisis de variancia para dietas en la estimación del consumo de Pangola con y sin suplemento concentrado.

| Fuente de variación | G.L. | C.M. |
|---------------------|------|------------|
| Entre dietas | 1 | .0077 N.S. |
| Dentro de dietas | 16 | .1828 |

N.S. No significativa a $P < 0.05$.

Cuadro 7. Análisis de variancia para dietas en la estimación del consumo de Guinea-Calinguero con y sin suplemento concentrado.

| Fuente de variación | G.L. | C.M. |
|---------------------|------|-----------|
| Entre dietas | 1 | 0.13 N.S. |
| Dentro de dietas | 16 | 0.41 |

N.S. No significativa a $P < 0.05$.

Al incluir los valores para la materia seca del concentrado consumido, el consumo total fue de 2.9 y 3.6 kilogramos de materia seca por 100 kilos de peso vivo para Pangola y para Guinea-Calinguero, respectivamente. El consumo de concentrado fue de 0.6 y

0.7 por ciento de peso vivo, por día, en los dos grupos en mención. Las vacas bajo las dos dietas tuvieron casi el mismo peso, pero no la misma producción. Las vacas más productoras consumieron más materia seca total.

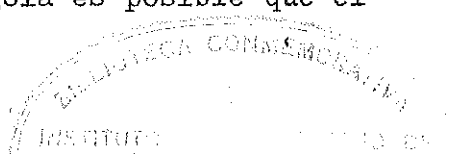
En el cuadro 8, se encuentran los datos de consumo diario de forraje verde y materia seca en los cinco ensayos.

Cuadro 8. Consumo diario de forraje verde y materia seca en por ciento del peso vivo.

| ENSAYOS | P A N G O L A | | GUINEA-CALINGUERO | |
|----------|---------------|--------------|-------------------|--------------|
| | Materia verde | Materia seca | Materia verde | Materia seca |
| I | 12.41 % | 2.74 ± 0.12* | 13.69 | 3.45 ± 0.11* |
| II | 8.82 | 1.81 ± 0.16 | 11.67 | 2.76 ± 0.15 |
| III | 10.49 | 2.48 ± 0.13 | 9.81 | 2.77 ± 0.10 |
| IV | 9.31 | 2.19 ± 0.10 | 7.82 | 2.27 ± 0.07 |
| V | 14.42 | 3.60 ± 0.11 | 9.37 | 3.03 ± 0.15 |
| Promedio | 11.47 | 2.56 ± 0.30 | 10.47 | 2.86 ± 0.19 |

* Error estándar del promedio.

En general, el consumo de materia seca de Guinea-Calinguero fue mayor al del pasto Pangola. Sin embargo, es difícil atribuir tal resultado a una diferencia en aceptabilidad de pasto porque la carga animal fue diferente sobre los dos pastos. Como la carga en Guinea-Calinguero fue inferior a la de Pangola es posible que el



mayor consumo de Guinea-Calinguero fuera un efecto de carga. En los cinco ensayos, la diferencia en el consumo de materia seca fue significativa ($P < 0.01$), tanto para Pangola como para Guinea-Calinguero. Los análisis de variancia (cuadros 9 y 10) para los datos del cuadro 8 indican la significancia de las diferencias entre los valores de consumo de forraje en los cinco ensayos.

Cuadro 9. Análisis de variancia para consumo de Pangola en los cinco ensayos.

| Fuente de variancia | G.L. | C. M. |
|---------------------|------|---------|
| Entre ensayos | 4 | 3.88 ** |
| Dentro de ensayos | 33 | .226 |

** Significativo a ($P < 0.01$).

Cuadro 10. Análisis de variancia para consumo de Guinea-Calinguero en los cinco ensayos.

| Fuente de variación | G.L. | C.M. |
|---------------------|------|---------|
| Entre ensayos | 4 | 2.21 ** |
| Dentro de ensayos | 33 | .101 |

** Significativo a ($P < 0.01$).

Para saber si hubieron diferencias significativas entre los ensayos individuales en el consumo de materia seca, se realizó una prueba de Duncan. Los resultados se indican en los cuadros 11 y 12.

Cuadro 11. Comparación del consumo de materia seca del pasto Pangola entre los ensayos.

| Ensayo II | Ensayo IV | Ensayo III | Ensayo I | Ensayo V |
|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| 1.81* | 2.19 | 2.48 | 2.74 | 3.60 |



* Promedios subrayados por la misma línea simple no son significativamente diferentes a ($P < 0.05$) y los subrayados por la misma línea doble no son significativamente diferentes a ($P < 0.01$).

En el quinto ensayo (marzo-abril), el consumo de Pangola fue diferente del de los demás ensayos ($P < 0.01$). Al nivel del 1% de probabilidad, el consumo no fue diferente entre los ensayos I, III y IV, también entre los ensayos II y IV. Pero al nivel del 5%, el consumo de Pangola no fue diferente entre los ensayos II y IV, III y IV, I y II. El consumo mínimo de Pangola en el segundo ensayo (mes de julio) podría explicarse por el estado de floración del pasto. Milford (36), Crampton y colaboradores (15) encontraron

que bajan el consumo y la digestibilidad de forraje en la época de floración. El consumo de materia seca para los meses menos lluviosos y para los meses más lluviosos fue de 2.9 y 2.3 por ciento del peso vivo, respectivamente. Tales resultados concuerdan con los obtenidos para pasto Pangola, por Butterworth y colaboradores (9) en Trinidad, quienes reportan un consumo de materia seca de 3.7 y 3.0% del peso vivo en la época lluviosa y en la época seca, respectivamente.

Para la mezcla Guinea-Calinguero, el resultado de comparación de consumo de materia seca entre los ensayos se encuentra en el cuadro 12.

Cuadro 12. Comparación del consumo de materia seca de Guinea-Calinguero entre los ensayos.

| Ensayo IV | Ensayo II | Ensayo III | Ensayo V | Ensayo I |
|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| 2.27* | 2.76 | 2.77 | 3.03 | 3.45 |

* Promedios subrayados por la misma línea simple no son significativamente diferentes a ($P < 0.05$) y los subrayados por la misma línea doble no son significativamente diferentes a ($P < 0.01$).

En el cuarto ensayo (febrero-marzo) el consumo de Guinea-Calinguero fue diferente del de los demás ensayos, $P < 0.01$. Al

nivel del 5% de probabilidad, el consumo no fue diferente entre los ensayos II, III y V, sin embargo al nivel 1% el no fue diferente entre los ensayos I y V. El mínimo consumo en el cuarto ensayo (febrero-marzo) podría explicarse por una disminución de la cantidad y la calidad del forraje disponible; el máximo consumo en el primer ensayo (mayo-junio) por la abundancia de los forrajes, debido a que las primeras lluvias, después de la época seca, favorecieron un crecimiento rápido de los pastos.

II. Digestibilidad de la materia seca de los forrajes

Para estimar la digestibilidad de la dieta con y sin el suplemento concentrado se llevaron a cabo pruebas de digestibilidad en las dos condiciones. El cuadro 13 muestra los resultados de las mismas en los ensayos I, II y III.

Cuadro 13. Digestibilidad de la materia seca.

| D i e t a s | Ensayo I | Ensayo II | Ensayo III | Promedio general |
|--|-------------|--------------|---------------|---------------------|
| | % | % | % | % |
| Pangola | 65.7 | 52.3 | 65.5 | 61.1 |
| Pangola y concentrado | 67.9 | 55.4 | 63.1 | 62.1 |
| Coeficiente de varia- bilidad en por ciento | 2.86 | 5.85 | 3.92 | |
| Guinea-Calinguero | 64.1 | 51.4 | 55.2 | 56.9 |
| Guinea-Calinguero y concentrado | 65.8 | 56.7 | 57.4 | 59.9 |
| Coeficiente de varia- bilidad en por ciento | 3.47 | 6.00 | 4.49 | |

El suplemento concentrado aumentó la digestibilidad de la materia seca de la dieta total porque la digestibilidad de los ingredientes empleados en la fórmula fue más alta que la de los forrajes. Se estima la digestibilidad de la materia seca del concentrado empleado 75-80 por ciento. En Pangola, la materia seca de la mezcla, pasto-concentrado, tuvo mayor digestibilidad que la de la materia seca del pasto solo, pero la diferencia no fue significativa (cuadro 14). Esto se debe a que la digestibilidad de la materia seca de la ración, pasto y concentrado, fue inferior a la del pasto solo en el tercer ensayo (cuadro 13).

Cuadro 14. Análisis de variancia para coeficientes de digestibilidad de la materia seca de Pangola con y sin concentrado.

| Fuente de variación | G.L. | C. M. |
|---------------------|------|------------|
| Entre dietas | 3 | 10.36 N.S. |
| Dentro de dietas | 12 | 5.6 |

N.S.: no significativa a $P < 0.05$.

La diferencia fue significativa para la mezcla Guinea-Calanguero ($P < 0.05$), según puede verse en el cuadro 15 del análisis de variancia correspondiente.

Cuadro 15. Análisis de variancia para coeficientes de digestibilidad de la materia seca de Guinea-Calinguero con y sin concentrado.

| Fuente de variación | G.L. | C. M. |
|---------------------|------|---------|
| Entre dietas | 3 | 17.96 * |
| Dentro de dietas | 12 | 4.27 |

* Significativa a $P < 0.05$.

El cuadro 16 resume los datos de digestibilidad de la materia seca de la dieta pasto-concentrado para todos los ensayos.

Cuadro 16. Coeficientes de digestibilidad de la materia seca.

| D i e t a | Ensayo I | Ensayo II | Ensayo III | Ensayo IV | Ensayo V | Promedio |
|-------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Pangola | 67.9 | 55.4 | 63.1 | 50.2 | 58.1 | 58.9 |
| y concentrado | $\pm 0.78^*$ | ± 1.29 | ± 1.03 | ± 1.02 | ± 0.95 | ± 3.1 |
| Guinea-Calinguero | 65.8 | 56.7 | 57.4 | 47.9 | 55.5 | 56.6 |
| y concentrado | ± 0.92 | ± 1.32 | ± 1.03 | ± 0.26 | ± 0.30 | ± 2.7 |

* Error estándar del promedio.

La digestibilidad de la materia seca fue diferente entre los cinco ensayos tanto para Pangola como para Guinea-Calinguero; sin embargo no se pudo hacer análisis de variancia para determinar el nivel de significancia de las diferencias de digestibilidad entre

ensayos por falta de suficientes datos en los tres primeros ensayos. Se notó que para Pangola los coeficientes de digestibilidad más bajos se obtuvieron en las épocas de floración y de escasez de lluvia y para Guinea-Calinguero los más bajos en la época seca.

En general, el consumo y la digestibilidad de la materia seca del pasto Pangola mostraron más variaciones entre los ensayos que la mezcla Guinea-Calinguero. Posiblemente influyeron algunos factores como: 1) estado de floración del pasto Pangola en el mes de julio; 2) períodos más cortos de rotación entre los potreros de pasto Pangola y 3) los animales tuvieron mayor oportunidad en Guinea-Calinguero para seleccionar su dieta.

En la mezcla Guinea-Calinguero se observó mucha variación en la composición florística de dichos potreros. El cuadro 17 muestra la composición de las ingestas sacadas del rumen de novillos fistulados como muestras representativas de la calidad de la dieta consumida por las vacas.

Cuadro 17. Cantidad relativa de pastos en la dieta consumida en los potreros de Guinea-Calinguero.

| ENSAYOS | Guinea | Calinguero | No identificados |
|--|--------|------------|------------------|
| | % | % | % |
| II | 73.9 | 15.4 | 10.7 |
| III | 82.9 | 9.6 | 7.5 |
| IV | 77.0 | 10.0 | 13.0 |
| V | 67.1 | 15.3 | 17.6 |
| Promedio | 75.2 | 12.6 | 12.2 |
| Error estándar | ± 3.27 | ± 1.60 | ± 2.13 |
| Coefficiente de variabilidad en por ciento | 8.70 | 25.45 | 34.97 |

El pasto Guinea presentó un mayor porcentaje en la dieta que el Calingüero y los demás pastos. Evidentemente, el Guinea fue más abundante en los potreros y, tal vez, más apetecible.

III. Contenido y consumo de nutrimentos digestibles totales (N.D.T.) de los forrajes con y sin concentrado

En trabajos anteriores realizados en el Centro de Turrialba, con los mismos forrajes, se encontraron porcentajes de N.D.T. inferiores a los encontrados en el presente trabajo. De Alba y Tapia (2) obtuvieron para Pangola fertilizado 47.1 y 48.2 por ciento de N.D.T., cortado alto y cortado al ras del suelo, respectivamente. Para el pasto Guinea no fertilizado y cortado a 6, 8 y 10 semanas, Maignan (33) halló 42.5, 41.5 y 33.2 por ciento de N.D.T., respectivamente. Estos investigadores trabajaron con bovinos en condiciones de estabulación mientras que el presente experimento se llevó a cabo con animales en pastoreo. La selección que pueden realizar animales pastoreados explica los porcentajes más altos de NDT obtenidos en este trabajo. Los cuadros 18 y 19 muestran la composición química y los porcentajes de N.D.T. de los forrajes en los ensayos I, II y III. Se analizaron ingestas sacadas del rumen de novillos fistulados.

Cuadro 18. Composición química y N.D.T. del pasto Pangola.

| ENSAYOS | Materia seca % | B a s e s e c a | | | | | ELN* % | NDT** % |
|----------|----------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|---------------------|------|-----------|------------|
| | | Ceniza % | Proteína cruda % | Extracto etéreo % | Fibra Cruda % | | | |
| I | 22.1 | 12.4 | 15.1 | 6.8 | 25.5 | 40.2 | 64.6 | |
| II | 20.5 | 12.5 | 13.4 | 3.0 | 26.4 | 44.7 | 50.1 | |
| III | 23.6 | 12.6 | 13.6 | 4.5 | 25.7 | 43.6 | 63.0 | |
| Promedio | 22.1 | 12.5 | 14.0 | 4.0 | 25.8 | 42.8 | 59.2 | |

* Elementos libres de nitrógeno

** Nutrimientos digeribles totales

Cuadro 19. Composición química y NDT de la mezcla Guinea - Calingero.

| ENSAYOS | Materia seca % | B a s e s e c a | | | | | ELN* % | NDT** % |
|----------|----------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|---------------------|------|-----------|------------|
| | | Ceniza % | Proteína cruda % | Extracto etéreo % | Fibra cruda % | | | |
| I | 25.9 | 11.8 | 11.3 | 4.0 | 25.9 | 46.9 | 61.9 | |
| II | 23.6 | 11.9 | 11.3 | 2.4 | 27.7 | 46.5 | 49.8 | |
| III | 28.2 | 11.7 | 11.5 | 2.7 | 27.7 | 46.2 | 53.1 | |
| Promedio | 25.9 | 11.8 | 11.4 | 3.0 | 27.1 | 46.5 | 54.9 | |

* Elementos libres de nitrógeno

** Nutrimientos digeribles totales

Cuando se suplementó los forrajes con concentrado se aumentaron los porcentajes de N.D.T. de la dieta total. El cuadro 20 resume los datos correspondientes.

Cuadro 20. N.D.T. de las dietas consumidas.

| Dietas | Ensayo I % | Ensayo II % | Ensayo III % | Promedio |
|---------------------------------|---------------|----------------|-----------------|-------------|
| Pangola | 64.6* | 50.1 | 63.0 | 59.2+3.16** |
| Pangola y concentrado | 69.3 | 55.5 | 62.5 | 62.6+2.97 |
| Guinea-Calinguero | 61.9 | 49.8 | 53.1 | 54.9+1.77 |
| Guinea-Calinguero y concentrado | 65.7 | 54.6 | 55.4 | 58.6+2.10 |

* Los valores en cada ensayo son promedios de tres observaciones.

** Error estándar del promedio.

Las diferencias entre los porcentajes de N.D.T. de Pangola con y sin concentrado fueron significativas ($P < 0.05$) según puede verse en el cuadro 21.

Cuadro 21. Análisis de variancia en la estimación de los porcentajes de N.D.T. de Pangola con y sin suplemento concentrado.

| Fuente de variación | G.L. | C. M. |
|---------------------|------|-------|
| Entre dieta | 3 | 27.1* |
| Dentro de dietas | 12 | 6.6 |

* Significativa a $P < 0.05$.

Las diferencias entre los porcentajes de N.D.T. de Guinea-Calinguero con y sin concentrado no fueron significativas según puede verse en el cuadro 22.

Cuadro 22. Análisis de variancia en la estimación de los porcentajes de N.D.T. de Guinea-Calinguero con y sin suplemento concentrado.

| Fuente de variación | G.L. | C. M. |
|---------------------|------|------------|
| Entre dietas | 3 | 21.94 N.S. |
| Dentro de dietas | 12 | 6.5 |

N.S. No significativa a ($P < 0.05$).

Se calculó el consumo de N.D.T. para una vaca de 375 kilogramos, estimada como una unidad-animal y que tiene una producción igual al promedio del hato. El promedio de producción de leche corregida a 4 por ciento de grasa para todo el hato fue estimado en 8 kilos por día. El cuadro 23 indica las necesidades energéticas y el consumo de N.D.T. bajo las dietas de pasto con y sin suplemento concentrado.

Cuadro 23. Necesidades energéticas y consumo de N.D.T. en kilogramos por día.

| Rubros | Requerimientos* Kgs | Consumo Kgs | Balance Kgs |
|------------------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Mantenimiento** | 2.72 | | |
| Pastoreo*** | 1.36 | | |
| Producción | 2.55 | | |
| Totales | 6.63 | | |
| ----- | | | |
| Pangola | | 5.27 | - 1.44 |
| Pangola y concentrado | | 6.77 | + 0.14 |
| Guinea-Calinguero | | 6.10 | - 0.53 |
| Guinea-Calinguero y concentrado | | 8.07 | + 1.44 |

* Se aplican las normas de la Academia Nacional de Ciencias (NAS) y del Consejo Nacional de Investigación (NRC) de los Estados Unidos de América (10).

** Se toma en cuenta el peso de la unidad-animal calculada para el hato entero: 375 kilogramos.

*** Se estima la energía gastada durante el pastoreo, a 50 por ciento de gasto de energía para el mantenimiento, Reid y colaboradores (43).

Bajo pastoreo solo el consumo de N.D.T. no alcanzaría a cubrir las necesidades energéticas de una productora promedio del hato, tanto en Pangola como en Guinea-Calinguero.

CONCLUSIONES

En las condiciones del presente estudio se concluyó que:

1. Las vacas en Guinea-Calinguero consumieron más materia seca que las vacas en Pangola.
2. La digestibilidad de la materia seca de Pangola fue más alta que la de la mezcla Guinea-Calinguero.
3. El pasto Pangola es más rico en principios nutritivos que los pastos Guinea-Calinguero.
4. Las vacas consumieron más N.D.T. de Guinea-Calinguero por el mayor consumo de materia seca de dichos forrajes.
5. El pastoreo exclusivo llenó los requisitos protéicos y energéticos de mantenimiento, pastoreo y una parte de la producción de leche tanto con Pangola como con Guinea-Calinguero. Con la suplementación de concentrado a la dieta se cubrió todos los requisitos de las productoras.
6. El consumo de forraje no fue significativamente influenciado por la administración de concentrado.
7. Dentro de los ensayos el pasto Pangola mostró mayor variación del consumo y digestibilidad de la materia seca que la mezcla Guinea-Calinguero.
8. El máximo consumo de Pangola tuvo lugar en la época seca y el mínimo durante su floración.
9. El máximo consumo de la mezcla Guinea-Calinguero tuvo lugar en la época lluviosa y el mínimo en la época seca.
10. La digestibilidad de la materia seca de los forrajes estudiados disminuyó en la época seca.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a efecto en las dependencias de la Disciplina de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en Turrialba, Costa Rica. Se estimó el consumo y la digestibilidad de forrajes tropicales en condiciones de pastoreo directo. Los pastos estudiados fueron Pangola (Digitaria decumbens Stent.) en cultivo relativamente puro y Guinea (Panicum maximum Jacq.) en asociación con Calingüero (Melinis minutiflora Beauv.). El pasto Pangola fue fertilizado y su capacidad de carga fue estimada a más de dos animales por hectárea por año. La mezcla Guinea-Calingüero no fue abonada y su capacidad de carga era más de un animal, por hectárea por año. El pastoreo fue rotativo y comprendió un ciclo de 22 días en Pangola y 30 en Guinea-Calingüero. Se efectuaron cinco ensayos de 13 días cada uno, con ocho de preparación y cinco de muestreo de heces y pastos. Tres ensayos fueron realizados en la época lluviosa y dos en la época seca. Se emplearon 12 vacas lecheras en la primera época y 20 en la segunda. Las vacas recibieron concentrado a razón de 1 kilogramo por cada 4 kilos de leche corregida a 4 por ciento de grasa. Para estimar la digestibilidad y el consumo de la materia seca de las raciones, se utilizó el método de los cromógenos en combinación con óxido crómico. Para el muestreo de los pastos en el campo, se usaron tres novillos con fistula en el remen.

No se lograron diferencias significativas entre los consumos de materia seca de los forrajes cuando las vacas fueron alimentadas

con y sin suplemento concentrado. Sin embargo cuando se suplemento a las vacas concentrado de acuerdo a su producción lechera, el consumo total N.D.T. fue mayor ($P < 0.01$) que sin este suplemento. Los forrajes solos no llenaban los requisitos energéticos de una producción de leche de 8 kgs/día, equivalente al promedio del hato. En Pangola, el consumo fue más alto durante la época de escasez de lluvia, pero bajó significativamente en la época de floración. En Guinea-Calinguero el consumo más alto se obtuvo en la época lluviosa. Las vacas en Pangola consumieron menos materia seca y N.D.T. que las vacas en Guinea-Calinguero, pero más materia verde. Sin embargo, los porcentajes de N.D.T. fueron más altos en Pangola que en Guinea-Calinguero.

La digestibilidad de la materia seca de los pastos solos fue menos ($P < 0.05$) que la de la mezcla pasto-concentrado. La digestibilidad de la materia seca de Pangola fue mayor a la de Guinea-Calinguero. La digestibilidad de la materia seca disminuyó en la época seca tanto para Pangola como para Guinea-Calinguero. Además durante la floración del pasto Pangola se observó una disminución en la digestibilidad de la materia seca y de los nutrimentos de dicho forraje.

SUMMARY

The present study was carried out at 10° north latitude and 600 meters altitude in the humid tropics. Consumption and digestibility were estimated for Pangola grass (Digitaria decumbens Stent) and a combination of Guinea grass (Panicum maximum, Jacq.) and Molasses grass (Melinis minutiflora, Beauv.). Pangola grass was fertilized annually and grazed in a 22-day rotation period with a stocking rate of more than two animals/Ha/year. The mixture of Guinea grass and Molasses grass received no fertilizer and was grazed in a 30-day rotation period with a stocking rate of more than one animal/Ha/year. Cows received concentrate at the rate of 1 kilo/4 kilos of 4% fat corrected milk.

Dry matter consumption and digestibility were estimated in five trials using the plant chromogens and chromic oxide procedure. Each trial had an 8-day preliminary period and a 5-day collection period. Three fistulated steers were used for sampling grazed forage dry matter consumption of cows under straight grazing and cows that, in addition, received concentrate according to milk production. Maximum intake of dry matter from Pangola grass was obtained in the dry season when digestibility was lowered. Consumption and digestibility were at a minimum when the grass was in full bloom. Maximum intake of dry matter from Guinea-Molasses grass was obtained in the rainy season. In both pastures there was significant difference in digestibility between the two seasons.

Cows on Pangola grass consumed less dry matter and T.D.N. than animals on Guinea-Molasses grass. However, percentages of T.D.N. from Pangola grass were higher than from the Guinea-Molasses grass combination. Forage intake was sufficient to cover energy and protein requirements for maintenance and grazing. However, for a daily production of 8 kilos of milk concentrate supplementation was necessary.

RESUME

La présente recherche a été effectuée dans les installations de la Discipline de Zootechnie de l'Institut Interaméricain des Sciences Agricoles, à Turrialba, Costa Rica. La consommation et la digestibilité d'herbages tropicaux furent déterminées au pâturage. Les fourrages étudiés furent: Pangola (Digitaria decumbens Stent.) en culture relativement pure et l'herbe de Guinée, (Panicum maximum Jacq.) en compagnonnage avec l'herbe Mélasse (Melinis minutiflora Beauv.). L'herbe Pangola fut annuellement fertilisée et sa capacité de charge estimée à plus de deux animaux par hectare et par an. Les pâturages des herbes de Guinée et Mélasse ne furent pas fertilisés et supportèrent plus d'un animal par hectare et par an. La rotation des pâturages de Pangola fut de 22 jours et celle des pâturages mixtes d'herbe de Guinée et d'herbe Mélasse de 30 jours. Furent effectuées cinq essais de 13 jours chacun. Chaque essai comprenait huit jours de préparation et cinq jours d'échantillonnage de fèces et d'herbes. Trois essais eurent lieu durant la saison pluvieuse et deux durant la saison sèche. Furent utilisées 12 vaches à la première saison et 20 à la seconde. Les vaches consommèrent des concentrés à raison de 1 kilogramme pour chaque 4 kilos de lait produits; la production de lait ayant été corrigée à 4% de gras. Pour déterminer la digestibilité et la consommation de la matière sèche des rations, fut appliquée une méthode combinée à base de chromogènes des herbages et d'oxide de chrome. Pour effectuer l'é-

chantillonnage des herbages frais au pâturage, furent utilisés trois bouvillons fistulés dans la panse.

Les consommations de fourrages ne montrèrent pas de différence significative entre les rations de fourrages seuls et de fourrages additionnés de concentrés. Néanmoins, les vaches qui consommaient du fourrage et, en outre, des concentrés selon leur production laitière, ingèrent en total plus de N.D.T. que celles qui broutaient seulement de l'herbe. Les fourrages seuls ne couvrirent pas les besoins énergétiques d'une production journalière de 8 kilos de lait, cette production étant équivalente à la moyenne du troupeau. La consommation de l'herbe Pangola la plus élevée s'obtient au cours de la saison sèche, tandis que la plus basse durant l'époque de sa floraison. Sur les pâturages mixtes des herbes de Guinée et Mélasse la plus forte consommation eut lieu au cours de la saison pluvieuse. Les vaches qui broutaient l'herbe Pangola consommèrent moins de matière sèche et de N.D.T. que celles qui pâturaient le mélange des herbes de Guinée et Mélasse, mais plus de fourrages verts. Néanmoins, les pourcentages de N.D.T. furent plus élevés pour l'herbe Pangola que pour les herbes de Guinée et Mélasse.

La digestibilité de la matière sèche des herbages fut moindre que celle de la ration composée de fourrages verts et de concentrés. La digestibilité de la matière sèche de l'herbe Pangola fut supérieure à celle des herbages mixtes (Guinée et Mélasse). Durant l'époque de rareté de pluie, baissa la digestibilité de la matière

sèche des fourrages étudiés. En outre, on obtint une diminution de la digestibilité de la matière sèche et des nutriments au cours de la floraison de l'herbe Pangola.

LITERATURA CITADA

1. ALBA, J. DE. Alimentación del ganado en América Latina. México, D. F., Prensa Médica Mexicana, 1958. 337 p.
2. _____ y TAPIA, C. Estudio comparativo de 2 gramíneas forrajeras (Axonopus compressus Swts) y (Digitaria decumbens Stent.). Turrialba 5(3):66-71. 1955.
3. ANNISON, E. F. y LEWIS, D. El metabolismo en el rumen. México, D. F. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. 1966. 200 p.
4. ASSOCIATION OF OFFICIAL CHEMISTS. Official methods of Analysis. 9th ed. Washington, D. C., 1960. 832 p.
5. BRISSON, G. J. Indicator methods for estimating amount of forage consumed by grazing animals. I.B. Grazing intake and behaviour studies. In International Grassland Congress, 8th, Reading, England, July 11-21, 1960. Proceedings. Reading, England, 1961. pp. 435-490.
6. _____, PGIDEN, W. J. y SYLVESTRE, P. E. Effect of frequency of administration of chromic oxide on its fecal excretion patten by grazing cattle. Canadian Journal Animal Science 37(1):90-94. 1957.
7. BRODY, S. Bio energetics and growth. New York, Reinhold, 1945. 1023 p.
8. BRUNDAGE, A. L. The relationship of daily milk production to herbage digestibility and intake. I. B/5. In International Grassland Congress, 8th, Reading, England, July 11-21, 1960. Proceedings. Reading, England, 1961. pp. 450-453.
9. BUTTERWORTH, M. H., GROOM y WILSON, P. N. The intake of Pangola grass (Digitaria decumbens Stent.) under wet-and-dry season conditions in Trinidad. Journal of Agriculture Science 56(3):407-410. 1961.
10. CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA. Necesidades nutricionales del ganado lechero. México D. F., Agencia para el Desarrollo Internacional, 1965. 30 p.
11. COOK, C. W. Symposium on nutrition of forages and pastures: collecting forages samples representative of ingested material of grazing animals for nutrition studies. Journal of Animal Science 23(1):265-270. 1964.

12. COOK, C. W., BLAKE, J. T. y CALL, J. E. Use of esophageal fistula-cannula for collecting forage samples from both sheep and cattle grazing in common. *Journal of Animal Science* 22(3):579-581. 1963.
13. CRAMPTON, E. W. *Nutrición animal aplicada*. Zaragoza, Acribia, 1962. 415 p.
14. _____ LLOYD, L. E. Studies with sheep on the use of chromic oxide as an index of digestibility of ruminant rations. *Journal of Nutrition* 45(3):319-327. 1951.
15. _____, DONEFER, E. y LLOYD, L. E. A nutritive value index for forages. In *International Grassland, Congress. 8th, Reading, England, July 11-12, 1960. Proceedings. Reading, England, 1961. pp. 462-466.*
16. ELLIOT, R. C. y FOKKEMA, K. The use of chromic oxide for the estimation of foecal output in grazing ruminants Rhodesia *Agricultural Journal* 57(6):439-444. 1960.
17. FONTENOT, J. P. y BLASER, R. E. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: selection and intake by grazing animales. *Journal of Animal Science* 24(4):1202-1208. 1965.
18. GARRIGUS, W. P. The forage consumption of grazing steers *Proceedings of the American Society and Production, 1935. p. 66.* (Original no consultado; citado en Fontenot, J. P. y Blaser, R. E. Symposium on factors influencing the volutary intake of herbage by ruminants: selection and intake by grazing animals. *Journal of Animal Science* 24(4):1202-1208. 1965).
19. _____ y RUSK, H. P. Some effects of the especies and stage of maturity of plants on the forage consumption of grazing steers of various weight. *Illinois Agricultural Experiment Station. Bulletin 452. 1939.* (Original no consultado; citado en Schneider, B. et al. *Methods for determining consumption and digestibility of pasture forages. Washington, Agriculture Experiment Station. Technical Bulletin Nº 16. 1955. 42 p.*
20. HANDOCK, J. Grazing habits of dairy cows in New-Zealand *Empire Journal of Experimental Agriculture* 18(72):249-263. 1950.
21. HARDISON, W. A. y REID, J. T. Use of indicator in the measurement of the dry matter intake of grazing animals *Journal of Nutrition* 51(1):35-52. 1953.

22. HARDISON, W. A. et al. Degree of herbage selection by grazing cattle. *Journal of Dairy Science* 37(1):89-102. 1954.
23. HARKER, L. W., TORELL, D. T. y VAN DYNE, C. H. Botanical examination of forage from esophageal fistula in cattle. *Journal of Animal Science* 23(2):465-469. 1964.
24. HOSAKA, E. Y. Palatability and nutritive value of forages. Hawaii Agricultural Extension Service. Circular 381. 1967. 6 p.
25. IRVIN, H. M. et al. The role of plant pigments in digestion trial studies. *Journal of Animal Science* 12(3):541-551. 1953.
26. ITURBIDE, A. Evaluación del sistema cromógeno-óxido crómico para estimar consumo y digestibilidad de forraje en pastoreo directo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. 135 p. (mimeografiada).
27. _____ y BATEMAN, J. Método para la determinación de feofitina en extractos cromogénicos de heces y pastos. *Turrialba* 17(1):91-93. 1967.
28. JOHNSTONE-WALLACE, D. B. The influence of grazing management and plant association on the chemical compositions of pasture plants. *Journal of American Society Agronomy* 29(6):441-445. 1937.
29. KANE, E. A. y JACOBSON, W. C. An improved method of using plant pigments as an indicator of digestibility. *Journal of Dairy Science* 37(6):672. 1954.
30. _____, JACOBSON, W. C. y MOORE, L. A. Diurnal variation in the excretion of chromium oxide and lignin. *Journal of Nutrition* 47(2):263-473. 1952.
31. KIMURA, F. T. y MILLER, V. L. Improved determination of Cr²⁰³ in cow feed and feces. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 5(3):216. 1957.
32. LESPERANCE, A. L. et al. Measuring selective grazing, with fistulated steers. *Journal of Dairy Science* 43(12):1615-1623. 1960.

33. Maignan, F. Effets de 2 niveaux de fertilisation 3 frequen-
ces de coupes et époques de l'année sur la production,
valeur nutritive caractéristiques morphologiques et
acceptation par le bétail de l'herbe de Guinée (Panicum
maximum). Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Insti-
tuto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1962. 29 p.
34. MAYNARD, L. A. Nutrición Animal. 3a. ed. México, D. C.,
Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1965.
530 p.
35. McCULLOUGH, M. E. The use of indicator methods in measuring
the contribution of two forages to the total ration of
the dairy cow. *Journal of Dairy Science* 35(5):445-449.
1953.
36. MILFORD, I. Nutrition value of subtropical pasture species
under australian conditions. In International Grassland
Congress, 8th, Reading, England, July 11-12, 1960.
Proceedings. Readings, England, 1961. pp. 474-479.
37. PALADINES, O. ed. Empleo de animales en las investigaciones
sobre pasturas. Montevideo, Centro de Investigaciones y
Enseñanza para la Zona Templada del Instituto Interameri-
cano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1967. 106 p.
38. RAYMOND, W. F. Studies in the digestibility of herbage. III.
The use of fecal collection and chemical analysis in
pasture studies (a) ratio and tracer methods. *Journal of
the British Grassland Society* 8(4):301-304. 1963.
39. _____ y MINSON, D. J. The use of chromic oxide for
estimating the fecal production of grazing animals.
Journal of the British Grassland Society 10(4):282-296.
1955.
40. _____, HARRIS, C. E. y HARKER, V. C. Studies on the di-
gestibility of herbage. I. Technique of measurement of
of digestibility and some observations on factors affect-
ing the accuracy of digestibility data. *Journal of the
British Grassland Society* 8(4):301-314. 1963.
41. REID, J. T. Indicator methods, their potentialities and
limitations. In International Grassland Congress, 6th.,
Pennsylvania, 1952. Proceedings. Pennsylvania, 1952.
v. 2. pp. 1334-1339.

42. REID, J. T. El valor relativo de los resultados agronómicos con animales en investigaciones sobre pasturas. In Paladines O., ed. Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas. Montevideo, Centro de Investigaciones y Enseñanza para la Zona Templada del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1966. pp. 31-72.
43. _____, SMITH, A. M. y ANDERSON, M. J. Difference in the requirements for maintenance of dairy cattle between pasture and barn-feeding conditions. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Proceedings. 1958: 88-94. (Original no consultado; citado por Alba, Jorge de, Capacidad de las praderas para llenar los requisitos de energía y proteína de herbívoros. Reimpreso No. 126. Turrialba 9(3):85-90)
44. _____ et al. A new indicator method for the determination of digestibility and consumption of forages by ruminants. Journal of Dairy Science 33(1):60-71. 1950.
45. _____ et al. A procedure for measuring the digestibility of pasture forage under grazing conditions. Journal of Nutrition 46(2):255-269. 1952.
46. SCAUT, A. Détermination de la digestibilité des herbages frais. Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo. Série Scientifique N° 81. 1959. 86 p.
47. _____ La mesure de la consommation du bétail au paturage. In Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo. Série Scientifique N° 91. 1961. 86 p.
48. SCHNEIDER, W. et al. Methods for determining consumption and digestibility of pasture forages. Washington Agriculture Experiment Station. Technical Bulletin N° 16. 1955. 42 p.
49. TORRE, M. R. de la. Efecto de diferentes cargas animales sobre el consumo y digestibilidad de una pradera de Trifolium repens y Phalaris tuberosa. Tesis Mag. Sci. Colonia, Uruguay, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1967. 68 p. (mimeografiada)
50. WITTKÉ, E. G. Uso del nitrógeno y cromógenos como índices fecales en combinación con el óxido crómico, para determinar el valor nutritivo de praderas en condiciones de pastoreo. Tesis Mag. Sci. Colonia, Uruguay, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. 128 p. (mimeografiada)

A P E N D I C E

Cuadro 24. Resultados de determinación de feofitina de los forrajes muestreados dentro del rumen de novillos fistulados, en unidades/100 gramos de materia seca.

| PERIODOS | DIA | P A N G O L A | | GUINEA-CALINGUERO | |
|----------|-------------|-----------------|-------|-------------------|-------|
| | | Mañana | Tarde | Mañana | Tarde |
| I | 1 | 22.42 | 27.63 | 10.68 | 17.80 |
| | 2 | 41.71 | 37.63 | 11.45 | 16.75 |
| | 3 | 23.34 | 28.78 | 14.79 | 20.57 |
| | 4 | 33.26 | 39.13 | 20.57 | 16.49 |
| | 5 | 21.97 | 27.36 | 23.83 | 15.32 |
| | | \bar{X}_p | 30.32 | | 15.34 |
| II | 1 | 25.42 | 22.72 | 18.25 | 18.92 |
| | 2 | 40.52 | 27.45 | 20.69 | 17.70 |
| | 3 | 27.52 | 20.53 | 18.75 | 13.95 |
| | 4 | 19.68 | 20.64 | 15.62 | 15.98 |
| | 5 | 30.18 | 21.16 | 12.13 | 13.03 |
| | | \bar{X}_p | 24.59 | | 16.50 |
| III | 1 | 35.45 | 22.57 | 16.85 | -- |
| | 2 | 29.81 | 23.55 | 16.51 | 15.76 |
| | 3 | 29.15 | 23.21 | 17.20 | 16.91 |
| | 4 | 26.40 | 16.74 | 17.06 | 18.35 |
| | | | -- | 18.60 | 17.71 |
| | | \bar{X} | 25.80 | | 17.21 |
| | \bar{X}_t | 26.90 \pm 1.5 | | 16.83 \pm 0.52 | |

Continuación Cuadro 24.

| Períodos | Potreros | Novillos | PANGOLA | Potreros | GUINEA-CALINGUERO | |
|-----------|-------------|-------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| IV | 153 | 1 | 15.59 | | 23.61 | |
| | | 2 | 21.69 | 413 | 20.24 | |
| | | 3 | 17.95 | | 21.14 | |
| | | \bar{X} | 18.41 | \bar{X} | 21.66 | |
| | 206 | 1 | 25.70 | | 24.89 | |
| | | 2 | 28.45 | 414 | 23.75 | |
| | | 3 | 29.27 | | 25.38 | |
| | | \bar{X} | 27.80 | \bar{X} | 24.67 | |
| | | \bar{X}_P | | 23.10 \pm 2.3 | | 23.16 \pm 1.03 |
| | V | 126 | 1 | 20.42 | | 15.65 |
| 2 | | | 18.80 | 413 | 15.97 | |
| 3 | | | 18.35 | | 13.99 | |
| \bar{X} | | | 19.19 | | 15.20 | |
| 255 | | 1 | 16.40 | | 19.12 | |
| | | 2 | 17.34 | 414 | 20.33 | |
| | | 3 | 18.85 | | 19.41 | |
| | | | 17.53 | | 19.62 | |
| 255bis | | 1 | 20.57 | | | |
| | | 2 | 19.20 | | ----- | |
| | 3 | 18.58 | | | | |
| | | 19.45 | | | | |
| | \bar{X}_P | | 18.72 \pm 0.46 | | 17.41 \pm 1.04 | |
| | \bar{X}_G | | 20.91 \pm 1.12 | | 20.28 \pm 1.06 | |

Cuadro 25. Estimación indirecta del consumo y digestibilidad de la materia seca de Pangola y Guinea-Calinguero sin el suplemento concentrado.

| Pastos | Insa- yos | Vacas | Excreción de Cr ₂ O ₃ en mgs/gramo de MS he- ces | Excreción de Cr ₂ O ₃ en fecal en kgs de MS/ día/vaca | Producción fecal en kgs de MS/ día/vaca | Excreción de feofitina en unidades/100 gramos de MS heces | Excreción total de feofitina /día/vaca | Consumo de forraje en kgs de MS/ día/vaca | Consumo de forraje en kgs MS/día /100 kgs de peso vivo | Digestibi- lidad de la MS en por- centaje |
|---------------------------|--------------|-------|--|---|--|--|---|--|--|--|
| I | 7 | 6.09 | 3.39 | 90.77 | 3077.1 | 10.14 | 2.61 | 66.5 | | |
| | 9 | 7.30 | 2.83 | 93.17 | 2636.7 | 8.69 | 3.04 | 67.4 | | |
| | 10 | 5.76 | 3.59 | 83.0 | 2979.7 | 9.82 | 2.39 | 63.4 | | |
| | \bar{X} | 6.38 | 3.27 | 88.98 | 2897.8 | 9.55 | 2.68 | 65.7 | | |
| II | 7 | 6.35 | 3.25 | 49.76 | 1617.2 | 6.57 | 1.70 | 50.5 | | |
| | 9 | 7.63 | 2.71 | 55.31 | 1498.9 | 6.09 | 2.06 | 55.5 | | |
| | 10 | 5.43 | 3.80 | 50.25 | 1909.5 | 7.76 | 1.77 | 51.0 | | |
| | \bar{X} | 6.47 | 3.25 | 51.77 | 1675.2 | 6.80 | 1.84 | 52.3 | | |
| III | 7 | 5.30 | 3.90 | 68.38 | 2666.8 | 10.31 | 2.52 | 62.2 | | |
| | 9 | 7.39 | 8.79 | 81.84 | 2283.3 | 8.82 | 2.99 | 68.3 | | |
| | 10 | 6.43 | 3.21 | 76.14 | 2444.0 | 9.45 | 2.09 | 66.0 | | |
| | \bar{X} | 6.37 | 3.30 | 75.45 | 2464.7 | 9.53 | 2.56 | 65.5 | | |
| I | 18 | 4.74 | 4.36 | 44.96 | 1960.2 | 12.77 | 3.09 | 65.8 | | |
| | 19 | 4.31 | 4.79 | 41.05 | 1963.9 | 12.80 | 3.45 | 62.5 | | |
| | 20 | 3.91 | 5.28 | 42.75 | 2257.2 | 14.71 | 3.21 | 64.1 | | |
| | \bar{X} | 4.32 | 4.81 | 42.90 | 2060.4 | 13.42 | 3.25 | 64.1 | | |
| GUINEA CALIN- GUERO | 18 | 3.66 | 5.65 | 33.31 | 1882.0 | 11.40 | 2.92 | 50.4 | | |
| | 19 | 3.45 | 5.99 | 35.18 | 2107.2 | 12.77 | 3.20 | 53.0 | | |
| | 20 | 3.55 | 5.82 | 33.54 | 1952.0 | 11.83 | 2.40 | 50.4 | | |
| | \bar{X} | 3.55 | 5.82 | 34.01 | 1980.4 | 12.00 | 2.84 | 51.4 | | |
| II | 18 | 4.14 | 4.99 | 41.53 | 1864.6 | 10.83 | 2.87 | 53.9 | | |
| | 19 | 4.21 | 4.91 | 39.23 | 1926.1 | 11.19 | 2.69 | 56.1 | | |
| | 20 | 4.21 | 4.91 | 38.81 | 1905.5 | 11.07 | 2.35 | 55.6 | | |
| | \bar{X} | 4.18 | 4.93 | 39.85 | 1898.7 | 11.03 | 2.63 | 55.2 | | |

Cuadro 26. Estimación indirecta del consumo y digestibilidad de la materia seca de Pangola y Guinea-Calinguero con el suplemento concentrado.

| PASTOS | ENSA- YOS | VACAS | c | Pf | F | Frd | co | coa | CMS | CMS% | DMS% |
|----------------------------|--------------|-----------|------|------|-------|--------|------|-------|-------|------|-------|
| PANGOLA | I | 1 | 5.29 | 3.90 | 78.0 | 3042.0 | 1.81 | 13.93 | 9.98 | 2.77 | 66.9 |
| | | 2 | 6.06 | 3.41 | 78.08 | 2662.5 | 2.42 | 18.63 | 8.71 | 2.51 | 69.1 |
| | | 3 | 5.58 | 3.70 | 79.91 | 2956.6 | 1.81 | 13.93 | 9.70 | 3.13 | 67.8 |
| | | \bar{X} | 5.64 | 3.67 | 78.66 | 2887.0 | 2.01 | 15.49 | 9.46 | 2.80 | 67.8 |
| PANGOLA | II | 1 | 7.01 | 2.95 | 40.93 | 1207.4 | 1.81 | 13.93 | 4.85 | 1.41 | 55.7 |
| | | 2 | 6.98 | 3.40 | 39.32 | 1336.8 | 2.42 | 18.63 | 5.36 | 1.51 | 58.5 |
| | | 3 | 4.47 | 4.62 | 42.06 | 1943.1 | 1.81 | 13.93 | 7.84 | 2.44 | 52.1 |
| | | \bar{X} | 5.85 | 3.65 | 40.7 | 1495.7 | 2.01 | 15.49 | 6.01 | 1.78 | 55.4 |
| PANGOLA | III | 1 | 5.88 | 3.51 | 61.95 | 2174.4 | 1.41 | 10.85 | 8.36 | 2.34 | 64.0 |
| | | 2 | 6.01 | 3.44 | 55.28 | 1901.6 | 1.61 | 12.39 | 7.30 | 2.25 | 61.4 |
| | | 3 | 5.60 | 3.69 | 60.28 | 2246.8 | 1.61 | 12.39 | 8.64 | 2.71 | 64.0 |
| | | \bar{X} | 5.83 | 3.54 | 59.37 | 2107.6 | 1.54 | 11.87 | 8.10 | 2.43 | 63.13 |
| GUINEA- CALINGUE- RO | I | 11 | 3.49 | 5.49 | 39.68 | 2349.0 | 2.30 | 17.71 | 15.19 | 3.75 | 66.1 |
| | | 13 | 3.01 | 6.87 | 36.86 | 2532.2 | 2.77 | 21.32 | 16.36 | 3.76 | 64.0 |
| | | 15 | 4.22 | 4.90 | 41.45 | 2031.0 | 1.92 | 14.78 | 13.14 | 3.45 | 67.4 |
| | | \bar{X} | 3.57 | 5.80 | 39.33 | 2304.0 | 2.33 | 17.93 | 14.89 | 3.65 | 65.8 |
| GUINEA- CALINGUE- RO | II | 11 | 3.98 | 5.19 | 31.42 | 1630.6 | 1.81 | 20.17 | 9.76 | 2.33 | 55.1 |
| | | 13 | 3.08 | 6.17 | 30.49 | 2045.8 | 3.23 | 24.87 | 12.24 | 2.60 | 56.6 |
| | | 15 | 3.86 | 5.35 | 33.17 | 1774.5 | 2.22 | 17.09 | 10.65 | 3.09 | 58.4 |
| | | \bar{X} | 3.64 | 5.75 | 31.69 | 1816.9 | 2.42 | 20.71 | 10.88 | 2.67 | 56.7 |
| GUINEA- CALINGUE- RO | III | 11 | 3.64 | 5.68 | 37.93 | 2154.4 | 1.81 | 20.17 | 12.40 | 2.88 | 60.0 |
| | | 13 | 2.95 | 7.01 | 30.59 | 2144.3 | 2.63 | 20.25 | 12.34 | 2.73 | 53.1 |
| | | 15 | 3.77 | 5.48 | 36.19 | 1983.2 | 2.02 | 15.55 | 11.43 | 3.13 | 59.2 |
| | | \bar{X} | 3.45 | 6.05 | 34.9 | 2093.9 | 2.15 | 18.65 | 12.05 | 2.91 | 57.4 |

Continuación Cuadro 26 (Para Pangola)

| ENSAYOS | VACAS | c | Pf | F | Fvd | co | coa | CMS | CMS% | DMS% |
|---------|-----------|------|------|-------|--------|------|-------|-------|------|------|
| | 1 | 4.74 | 3.86 | 35.86 | 1384.1 | 1.84 | 15.08 | 5.92 | 1.60 | 50.2 |
| | 2 | 3.39 | 5.41 | 40.29 | 2176.0 | 1.84 | 15.08 | 9.35 | 2.33 | 51.6 |
| | 3 | 3.75 | 4.89 | 38.70 | 1892.4 | 1.38 | 11.31 | 8.14 | 2.00 | 48.6 |
| | 4 | 3.23 | 5.67 | 34.25 | 1941.9 | 2.30 | 18.86 | 8.40 | 1.95 | 47.0 |
| | 5 | 3.10 | 5.91 | 30.79 | 1819.6 | 2.99 | 24.51 | 7.70 | 2.25 | 44.7 |
| | 6 | 3.48 | 5.27 | 39.46 | 2079.5 | 1.38 | 11.31 | 8.95 | 2.26 | 48.9 |
| | 7 | 3.57 | 5.13 | 41.10 | 2108.4 | 1.61 | 13.20 | 9.07 | 2.43 | 51.9 |
| | 8 | 4.27 | 4.30 | 43.18 | 1853.3 | 1.84 | 15.08 | 7.95 | 2.14 | 56.0 |
| | 9 | 3.72 | 4.93 | 41.42 | 2042.0 | 1.84 | 15.08 | 8.77 | 2.19 | 53.5 |
| | 10 | 3.30 | 5.55 | 37.32 | 2071.2 | 2.30 | 18.86 | 8.88 | 2.81 | 50.3 |
| | \bar{X} | 3.65 | 5.09 | 38.23 | 1936.8 | 1.93 | 15.83 | 8.31 | 2.19 | 50.2 |
| | 1 | 2.84 | 6.45 | 40.51 | 2612.8 | 1.79 | 23.27 | 13.83 | 3.68 | 58.7 |
| | 2 | 2.60 | 7.05 | 44.56 | 2141.4 | 2.02 | 26.26 | 16.64 | 4.16 | 62.2 |
| | 3 | 2.70 | 6.79 | 43.95 | 2984.2 | 1.57 | 20.41 | 15.83 | 3.91 | 61.1 |
| | 4 | 2.93 | 6.25 | 38.14 | 2387.1 | 2.02 | 26.26 | 12.61 | 3.00 | 57.2 |
| | 5 | 2.94 | 6.23 | 38.30 | 2423.6 | 1.79 | 23.27 | 12.82 | 3.77 | 57.3 |
| | 6 | 2.77 | 6.62 | 39.42 | 2609.6 | 1.79 | 23.27 | 13.81 | 3.47 | 57.5 |
| | 7 | 2.39 | 7.67 | 34.25 | 2628.0 | 1.79 | 23.27 | 13.91 | 3.74 | 51.1 |
| | 8 | 3.35 | 5.47 | 39.87 | 2182.4 | 1.22 | 15.86 | 11.57 | 3.11 | 57.2 |
| | 9 | 2.86 | 6.41 | 41.84 | 2682.7 | 2.02 | 26.26 | 14.19 | 3.46 | 60.4 |
| | 10 | 3.07 | 5.97 | 38.98 | 2328.2 | 2.02 | 26.26 | 12.29 | 3.72 | 58.3 |
| | \bar{X} | 2.84 | 6.49 | 39.98 | 2598.8 | 1.80 | 23.43 | 13.75 | 3.60 | 58.1 |

Continuación Cuadro 26 (Para Guinea-Calinguero)

| ENSAYOS | VACAS | c | Pf | F | Fvd | co | coa | CMS | CMS% | DMS% |
|---------|-----------|------|------|-------|--------|------|-------|-------|------|------|
| | 11 | 3.72 | 4.93 | 38.37 | 1891.6 | 1.38 | 11.31 | 8.11 | 2.19 | 48.0 |
| | 12 | 3.96 | 4.63 | 34.96 | 1618.6 | 2.07 | 16.97 | 6.91 | 1.92 | 48.4 |
| | 13 | 3.47 | 5.28 | 39.64 | 2092.9 | 1.84 | 15.08 | 8.97 | 2.35 | 51.1 |
| | 14 | 3.54 | 5.18 | 39.01 | 2020.7 | 1.15 | 9.43 | 8.68 | 2.16 | 47.3 |
| | 15 | 3.57 | 5.13 | 31.85 | 1633.9 | 2.30 | 18.86 | 6.97 | 2.30 | 44.6 |
| | 16 | 3.64 | 5.03 | 40.30 | 2027.0 | 1.38 | 11.31 | 8.70 | 2.29 | 50.0 |
| | 17 | 4.02 | 4.56 | 35.27 | 1608.3 | 1.38 | 11.31 | 6.89 | 2.02 | 44.8 |
| | 18 | 3.31 | 5.54 | 40.36 | 2235.9 | 2.07 | 16.97 | 9.58 | 2.63 | 52.5 |
| | 19 | 3.97 | 4.62 | 26.26 | 1675.9 | 1.38 | 11.31 | 7.18 | 2.19 | 46.0 |
| | 20 | 3.79 | 4.83 | 35.61 | 1719.9 | 1.61 | 13.20 | 7.36 | 2.70 | 46.1 |
| IV | \bar{x} | 3.70 | 4.97 | 37.16 | 1852.4 | 1.65 | 13.57 | 7.93 | 2.27 | 47.9 |
| | 11 | 3.49 | 5.25 | 35.81 | 1881.8 | .89 | 11.57 | 10.74 | 2.76 | 54.8 |
| | 12 | 2.64 | 6.94 | 33.24 | 2308.8 | 1.79 | 23.27 | 13.12 | 3.41 | 53.4 |
| | 13 | 2.83 | 6.48 | 36.55 | 2368.4 | 1.34 | 17.42 | 13.50 | 3.57 | 56.3 |
| | 14 | 3.32 | 5.52 | 35.19 | 1943.8 | 1.22 | 15.86 | 11.07 | 2.60 | 55.0 |
| | 15 | 3.31 | 5.54 | 27.42 | 1519.0 | 2.24 | 29.12 | 8.55 | 2.59 | 48.6 |
| | 16 | 3.00 | 6.11 | 39.25 | 2399.0 | 1.34 | 17.42 | 13.67 | 3.34 | 59.2 |
| | 17 | 4.69 | 3.91 | 37.33 | 1459.6 | .89 | 11.57 | 8.31 | 2.35 | 57.5 |
| | 18 | 2.87 | 6.39 | 38.52 | 2455.0 | 1.57 | 20.41 | 13.98 | 3.77 | 58.9 |
| | 19 | 3.65 | 5.62 | 33.46 | 1681.0 | 1.79 | 23.27 | 9.52 | 2.85 | 55.0 |
| | 20 | 4.06 | 4.51 | 34.89 | 1575.9 | 1.34 | 17.42 | 8.95 | 3.06 | 56.1 |
| V | \bar{x} | 3.38 | 5.56 | 35.16 | 1959.2 | 1.44 | 18.73 | 11.14 | 3.03 | 55.5 |

Significado de las fórmulas que aparecen en las páginas del Cuadro 26

- c = Excreción de óxido crómico en miligramos por gramo de materia seca de heces.
- Pf = Producción fecal en kilogramos de materia seca por vaca por día.
- F = Unidades de feofitina fecal por 100 gramos de materia seca de heces.
- Fvd = Unidades de feofitina fecal excretadas por vaca por día.
- co = Consumo de concentrado en kilogramos de concentrado por vaca por día.
- coa = Consumo de feofitina en los concentrados por vaca por día.
- CMS = Consumo de forraje en kilogramos de materia seca por vaca por día.
- CMS% = Consumo de forraje en por ciento del peso vivo por día.
- DMS% = Digestibilidad de la materia seca en por ciento.

Cuadro 27. Porcentajes de N.D.T. de las raciones consumidas en los ensayos I, II y III.

| DIETAS | VACAS | ENSAYO I | ENSAYO II | ENSAYO III | Promedio general |
|---------------------------------|-----------|----------|-----------|------------|------------------|
| Pangola | 7 | 65.20 | 49.20 | 59.75 | |
| | 9 | 66.16 | 52.60 | 66.12 | |
| | 10 | 62.59 | 48.39 | 63.00 | |
| | \bar{X} | 64.65 | 50.06 | 62.95 | 59.22 |
| Pangola y concentrado | 1 | 67.02 | 53.20 | 63.49 | |
| | 2 | 71.50 | 58.48 | 60.85 | |
| | 3 | 70.37 | 54.67 | 63.50 | |
| | \bar{X} | 69.63 | 55.45 | 62.61 | 62.56 |
| Guinea Calingüero | 18 | 63.37 | 49.03 | 51.19 | |
| | 19 | 60.35 | 50.75 | 54.66 | |
| | 20 | 61.84 | 49.40 | 53.42 | |
| | \bar{X} | 61.85 | 49.76 | 53.09 | 54.90 |
| Guinea Calingüero y concentrado | 11 | 66.33 | 52.93 | 57.11 | |
| | 13 | 64.04 | 54.78 | 51.99 | |
| | 15 | 66.83 | 56.05 | 57.14 | |
| | \bar{X} | 65.73 | 54.58 | 55.41 | 58.57 |

Cuadro 28. Consumo diario de N.D.T. en por ciento del peso vivo.

| D i e t a s | Vacas | Ensayo I | Ensayo II | Ensayo III | Prome- dios |
|--------------------------------------|-----------|----------|-----------|------------|----------------|
| PANGOLA (solo) | 7 | 1.71 | .83 | 1.50 | |
| | 9 | 2.01 | 1.08 | 1.97 | |
| | 10 | 1.49 | .85 | 1.32 | |
| | \bar{X} | 1.73 | .92 | 1.59 | 1.41 |
| PANGOLA con concentrado | 1 | 2.20 | 1.03 | 1.73 | |
| | 2 | 2.30 | 1.28 | 1.67 | |
| | 3 | 2.62 | 1.47 | 2.03 | |
| | \bar{X} | 2.37 | 1.26 | 1.81 | 1.81 |
| GUINEA-CALINGUERO (solos) | 18 | 2.12 | 1.43 | 1.47 | |
| | 19 | 2.08 | 1.62 | 1.47 | |
| | 20 | 1.99 | 1.22 | 1.25 | |
| | \bar{X} | 2.06 | 1.42 | 1.40 | 1.63 |
| GUINEA-CALINGUERO con concentrado | 11 | 2.86 | 1.47 | 1.89 | |
| | 13 | 2.82 | 1.80 | 1.72 | |
| | 15 | 2.61 | 2.09 | 2.23 | |
| | \bar{X} | 2.76 | 1.79 | 1.94 | 2.16 |