

Consumo voluntario
y velocidad de consumo
de forrajes, en rumiantes

MICROISIS:	5410
FECHA:	24/11/92
ENCARGO:	VIIARREA

POR

Enrique Granizo Zúñiga

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
Septiembre, 1992

CONSUMO VOLUNTARIO Y VELOCIDAD DE CONSUMO DE
FORRAJES, EN RUMIANTES

Por:

ENRIQUE GRANIZO ZUNIGA

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.

Enrique Granizo Zúñiga

Septiembre 4 de 1992

DEDICATORIA

Al Creador por entregarnos la vida, la energía del sol, la tierra, el agua, los animales, la fuerza del trabajo, la voluntad, el conocimiento ... y por haber dejado en nuestras manos el deber de entregar a los hombres el pan de cada día.

A mis amados padres, fuentes constantes e inagotables de apoyo, comprensión, solidaridad, bendiciones y amor.

Al amor de mi vida, mi esposa Carolina, junto a quien seguiré compartiendo mi presente y mi mañana.

A Nellyta y Jossitta hermosas niñas, más que hermanas, modelo e inspiración en las labores cotidianas.

A mi familia.

A todos aquellos que tuvieron confianza y que me apoyaron.

AGRADECIMIENTO

Sin la iniciativa y aceptación inicial, la guía correcta, el consejo justo y el interés no solo en el área de trabajo sino también en los aspectos personales y en la convivencia en la E.A.P. que los recibí de parte del Dr. Antonio Flores, muchas realidades actuales no se hubiesen logrado concretar. Reciban él y su Sra. esposa mi amistad y mi gratitud imperecederas.

A los doctores Raúl Santillán e Isidro Matamoros, por sus enseñanzas y por su participación en el comité académico que evaluó este trabajo.

A la Dra. Beatriz Murillo, quién facilitó y brindó todas las comodidades para mi trabajo en el Laboratorio de Nutrición Animal.

A la Fundación Privada Wilson Popenoe y al Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo y Becas (IECE), por haber ayudado al financiamiento de mis estudios.

A la familia Núñez Girón, por acogerme como uno de los suyos; a Sandra, Mayra y Julio por su apoyo en los momentos difíciles.

A mis compañeros zamoranos: Alberto Cisneros ('91), Marcelo Díaz ('91), José de la Torre ('91), Rolando Pardo ('90), Xavier Sandoval ('92), Diego Camacho ('92), Juan José Olaechea ('92), Guillermo Romero ('92), Henry Nieto ('93), Patricio Estrada ('93), Diego Lovato ('94), Santiago García ('94) y Carlos Fierro ('94) por su voz siempre alentadora y por su noble amistad.

A todos mis amigos en Ecuador y Honduras.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVO	4
3. REVISION DE LITERATURA	5
3.1. Calidad de los forrajes	5
3.2. Uso de los datos de calidad de los forrajes	7
3.3. Determinantes de la calidad de un forraje	7
3.3.1. Digestibilidad	8
3.3.2. Tiempo de retención	9
3.4. Control del consumo voluntario (CV)	10
3.4.1. Factores que influyen en el control del CV	11
3.4.2. Mecanismos reguladores del CV	13
3.4.2.1. Mecanismo de distensión	14
3.4.2.2. Mecanismo quimiostático	15
3.5. Características de los forrajes tropicales	16
3.6. Velocidad de consumo (VC)	17
4. MATERIALES Y METODOS	20
4.1. Localización	20
4.2. Animales	20
4.3. Alimentos	21
4.4. Diseño estadístico	21
4.5. Manejo y variables determinadas	22
4.6. Muestreos y análisis de laboratorio	23
4.7. Sistema de evaluación	24
5. RESULTADOS Y DISCUSION	25
5.1. Composición química de los forrajes	25
5.2. Consumo voluntario de los forrajes	27
5.3. Consumo de materia orgánica digerible (MOD)	32
5.4. Velocidad de consumo	35
5.5. Correlación entre CV y VC	37
6. CONCLUSIONES	38
7. RECOMENDACIONES	39
8. RESUMEN	40
9. LITERATURA CITADA	41
10. ANEXOS	45
11. BIOGRAFIA DEL AUTOR	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química promedio de los forrajes.	26
Cuadro 2. Consumo total de Materia Seca (MS) de los pastos.	28
Cuadro 3. Consumo total de Materia Orgánica (MO) de los pastos.	29
Cuadro 4. Consumo total de Fibra Neutro Detergente (FND) de los pastos.	30
Cuadro 5. Consumo diario de Fibra Acido Detergente (FAD), Lignina (Lig) y Proteína Cruda (PC) de los pastos.	33
Cuadro 6. Consumo de Materia Orgánica Digerible (MOD) de los pastos.	34
Cuadro 7. Velocidad de Consumo de la Materia Seca (VCMS) y de la Materia Orgánica (VCMO) de los pastos.	36

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo voluntario de materia seca diario (CVMS), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico (PM)	46
ANEXO 2.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo voluntario de materia orgánica diario (CVMO), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico (PM).	46
ANEXO 3.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo voluntario de fibra neutro detergente diario (CFND), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico (PM).	46
ANEXO 4.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo voluntario de fibra ácido detergente diario (CFAD), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico (PM).	47
ANEXO 5.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo de proteína cruda diario (CVPC), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico (PM)	47
ANEXO 6.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo voluntario de materia orgánica digerible diario (CMOD), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico (PM).	47
ANEXO 7.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para la velocidad de consumo de la materia seca (VCMS) y para la velocidad de consumo de la materia orgánica (VCMO).	48

1. INTRODUCCION.

Debido a la gran variabilidad entre plantas, etapas de crecimiento, estado de maduración o clima, la calidad de un forraje consumido es distinta; siendo necesario determinar el consumo con el propósito de tomar decisiones acertadas con respecto a su manejo y suplementación.

La mejor definición de la calidad de un forraje se da en términos de la respuesta animal (ganancia de peso o producción de leche) bajo las siguientes condiciones: (1) que no exista una fuente suplementaria de energía o proteína, (2) que los animales tengan potencial genético para la producción y (3) que no exista restricción en la disponibilidad de forraje (Moore, 1981).

Los determinantes de la calidad de un forraje son el valor nutritivo y el consumo voluntario, siendo el primero el producto de la composición química por su grado de digestibilidad.

El consumo voluntario de un forraje está controlado por dos mecanismos: uno físico y otro metabólico (Baumgardt, 1972; Moore, 1980; Church y Pond, 1982). En el mecanismo físico el consumo voluntario es la relación entre la capacidad del rúmen (numerador) y el tiempo de retención. Como la capacidad de llenado del rúmen es una limitación física constante del animal, el consumo estará determinado por el tiempo de retención del pasto en el rúmen. Así a menor tiempo de retención habrá mayor consumo del forraje.

Generalmente los pastos tropicales tienen una digestibilidad de la materia seca (MS) entre 55 y 60%, determinada por sus altos contenidos de fibra y bajos contenidos de proteína. Estas características están influenciadas por factores tales como la temperatura, el estadio de crecimiento, la especie o variedad, la presentación física, y los niveles de azufre (Minson, 1981). En base a estas características, el control de consumo de estos pastos se reconoce que es a través del mecanismo de control físico; por lo que se esperaría que a más rápida desaparición del forraje en el rúmen el consumo sería también mayor.

Sin embargo, se tiene evidencia que esto no sucede, particularmente con pastos tropicales. Moore (1981), encontró que pastos con similar porcentaje de digestibilidad promovía distintos niveles de consumo voluntario; así como pastos con diferente digestibilidad se consumían a un mismo nivel. En base a esto se deduce la existencia de otros factores, posiblemente físicos o anatómicos, que pueden estar limitando el consumo.

Por otro lado, se ha determinado una relación entre la preferencia por un forraje y su velocidad de consumo, habiendo mayor preferencia por alimentos que los rumiantes pueden consumir más rápidamente, ya sea por su fácil acceso o por que su condición física así lo permite (Black y Kenney, 1984).

La evaluación de forrajes en sus primeras fases a nivel experimental tradicionalmente se ha basado en la producción de nutrientes digeribles, que es el producto de rendimiento de materia orgánica (MO) por su digestibilidad in vitro (DIVMO); sin embargo, el poder predecir el consumo voluntario de éste por el animal, ha sido la mayor limitante.

Por lo tanto, es necesario buscar métodos cortos y prácticos que logren dar una estimación del potencial de consumo de un forraje, lo cual podría ser posible a través de encontrar una correlación entre el consumo voluntario y la velocidad a la que es consumido por el animal. De ser esto posible se lograría mejorar los sistemas de evaluación y selección de forrajes en términos del potencial de producción de nutrientes aprovechables.

2. OBJETIVO.

El objetivo de este trabajo fue determinar si existe correlación entre la velocidad de consumo y el consumo voluntario de forrajes tropicales.

3. REVISION DE LITERATURA.

3.1. Calidad de los forrajes.

La definición de calidad de un forraje es variable. Para describir forrajes de alta calidad se utilizan los términos frondoso, de tallo fino, verde, de olor dulce, de alta proteína, de poca fibra y palatable; pero los más adecuados involucran el rendimiento animal y el consumo voluntario de ED (Moore, 1980).

La calidad de un forraje es mejor definida en términos de rendimiento animal (aumento diario de peso o aumento diario en la producción de leche) siempre que se presenten las siguientes condiciones: (1) los forrajes que se van a comparar deben ser las únicas fuentes de energía y proteína. (2) la cantidad de forraje ofrecida debe sobrepasar la cantidad de consumo del animal en 5 ó 15 %, o se la debe ofrecer sin restricción (Minson, 1992) y (3) los animales deben tener potencial genético para la producción.

Sólo bajo estas tres condiciones, las diferencias en el nivel de producción animal serán reflejo de diferencias en calidad de los forrajes evaluados (Moore, 1981).

El consumo voluntario de ED es una expresión de la calidad de los forrajes frecuentemente utilizada, debido a que la medición rendimiento animal presenta cierta dificultad para su determinación. Moore (1980), sostiene que una medición

exacta del incremento productivo en novillos debe obtenerse en no menos de 90 días y con un mínimo de 6 animales por forraje. Por otro lado además de que se necesitan altas cantidades de forraje, los resultados que se obtengan variarán en términos absolutos si se usan animales de diversas clases, edades, pesos o condiciones corporales.

Así, cuando no es posible conducir un experimento de larga duración, se cuenta con definiciones alternas de la calidad de los forrajes tales como el consumo voluntario de ED (Heany, 1970; citado por Moore, 1981), de nutrientes digeribles totales (NDT), de MS digerible (MSD) y de MO digerible (MOD).

El consumo voluntario de MOD, es una expresión aceptable de la calidad de un forraje porque está íntimamente relacionada al consumo de ED (Minson, 1980; citado por Moore, 1981) y a la producción animal cuando éste posee potencial genético.

Se requiere un consumo voluntario mínimo de ED o MOD para mantener el peso y la condición corporal del animal. Cuando el consumo voluntario de ED sobrepasa estos requerimientos de mantenimiento, la tasa de producción diaria aumenta hasta un punto limitado por el potencial animal para ganancia.

El cálculo del consumo voluntario de ED se basa en mediciones de consumo voluntario y de digestibilidad de la energía de un forraje.

3.2. Uso de los datos de calidad de los forrajes.

Los propósitos fundamentales al medir la calidad de un forraje son: seleccionar los mejores forrajes, definir principios de manejo, hacer recomendaciones prácticas y obtener patrones de referencia o estándares para comparar individualmente las especies de pasto evaluadas (Moore, 1980; 1981).

El consumo voluntario de ED de un forraje, puede estar influenciado por la edad, sexo, peso, condición, salud y potencial genético de los animales (Hatfield y col., 1989) o por la humedad y la temperatura ambiental o por prácticas de manejo. Estos factores, que no son innatos a la planta, afectan la respuesta animal en producción. Es por esto que los datos de calidad de forrajes no pueden ser aplicados por ganaderos sin antes tomar en cuenta que esos valores son apropiados para esa combinación específica planta-animal-medio ambiente (Moore, 1981).

3.3. Determinantes de la calidad de un forraje.

Las características del forraje son las que determinan su calidad, pero las únicas importantes son aquellas que interactúan con varios aspectos de la nutrición y fisiología del rumiante.

De particular importancia son los factores que influyen el consumo voluntario y la digestibilidad de los nutrientes (Raymond, 1969; Moore y Mott, 1973; citados por Moore, 1981).

Se conoce que el consumo voluntario y el valor nutritivo del forraje son los determinantes de la calidad. El valor nutritivo del forraje depende de su composición química, su digestibilidad y de la naturaleza de los productos de su digestión (Crowder, 1985). En este caso el factor limitante que determina el valor nutritivo de un forraje es su digestibilidad. El consumo voluntario del forraje, por otro lado, depende de la accesibilidad o capacidad de selección, aceptabilidad y del tiempo de retención de los forrajes. Cuando, la disponibilidad y accesibilidad no son limitantes el consumo voluntario depende del tiempo de retención del forraje en el tracto digestivo del animal.

3.3.1. Digestibilidad.

La digestibilidad es una medida de la proporción del alimento consumido, que es absorbido y metabolizado por el animal (Whiteman, 1980). Crowder (1985), encontró que los factores que afectan la digestibilidad de un forraje son: el clima, el estado de crecimiento y genotipo de la planta, la parte de la planta que será consumida y su contenido de proteínas y minerales.

Hannah y col (1991), realizaron un estudio de distintos niveles de suplementación protéica sobre una dieta control a base de pasto encontrando que con una suplementación moderada de proteína, como alfalfa deshidratada, el consumo de MS y MOD aumentaron.

Del Curto y col. (1990; citados por Hannah y col., 1991), reportaron incrementos en el consumo de forrajes y digestibilidad en el ganado, cuando se le ofreció un suplemento con base de granos con una concentración moderada de proteína cruda (PC) (26%) comparando con otros que recibieron 13% o sin suplemento.

3.3.2. Tiempo de retención.

Es el tiempo que permanece el alimento retenido en el tracto digestivo del animal, principalmente en el retículo-rumen (RR) (Minson y col, 1976) y está relacionado con: la capacidad del rúmen, el consumo de alimento, las características físicas de la dieta y la reducción del tamaño de las partículas. Además, es el principal determinante del consumo voluntario de un forraje.

Una disminución en el tiempo de permanencia de los residuos alimenticios en el tracto digestivo provoca un aumento en el consumo de alimentos, ya que el paso de MS a través del RR se incrementa. Así mismo, una disminución del tiempo de retención está asociada con un incremento en el número total de contracciones del retículo, lo cual indica un

incremento en la actividad contractil del RR (Dearriba, 1988), y con una disminución en el tamaño de las partículas dentro del mismo (Okine y Mathison, 1991).

3.4. Control del consumo voluntario (CV).

El CV es la cantidad de alimento consumida por un animal cuando el control del consumo es ejercido por el animal y no por el alimentador. El CV se determina fácilmente con animales confinados, cuando se le ofrece en exceso un 15% por encima de la cantidad que comen usualmente (Freer, 1981). El consumo diario de MS es el factor más importante que controla la calidad de los forrajes tropicales (Milford y Minson, 1986; citados por Whiteman, 1980).

Baumgardt (1972), indicó que los rumiantes son la excepción a la norma relacionada con el mantenimiento y estabilidad de la energía, ya que consumen mayor cantidad de forraje no maduro y cortado precozmente que de forraje maduro y cortado tardíamente. Al ser mayor el contenido de ED del forraje cortado antes de madurar, los animales consumen mayor cantidad de energía. La baja concentración de energía del forraje cortado tardíamente se une a su naturaleza grosera, determinando que se sature la capacidad del tubo digestivo con una ingestión de energía inferior a la requerida por el mecanismo homeostático.

3.4.1. Factores que influyen en el control del CV.

Owen (1983), los clasificó en factores del animal y factores del alimento, aún cuando ambos casi siempre son inseparables en su accionar.

Bajo condiciones de pastoreo tenemos: la disponibilidad de forraje, el contenido de proteína, la adecuación de minerales y las condiciones del medio ambiente (Crowder, 1985).

La edad temprana parece ser un importante período para el desarrollo de los hábitos dietéticos en los rumiantes, lo cual influye posteriormente en el CV. Squibb y col. (1990), encontraron que las ovejas jóvenes que han tenido experiencia previa con especies particulares de forraje y con ciertas condiciones de pastoreo, tienen mayor consumo de forraje que aquellas ovejas sin dicha experiencia.

Otro factor del animal es el llenado del rúmen. Los forrajes de baja calidad pasan a través del rúmen más lentamente que los de alta calidad, limitando la cantidad total de alimento que el animal consume en 24 horas (Ensminger, 1987).

La entrada de alimentos a la boca, faringe o esófago no constituye una señal importante para la regulación del consumo de alimentos. Los animales continúan regulando su consumo de calorías en condiciones experimentales en las que los alimentos no atraviesan dicha región. Experimentos de tipo inverso demuestran que el paso de los alimentos a través de la

bucofarínge y esófago no producen la impresión de saciedad, si el alimento no llega a ser digerido. Estos experimentos ponen de manifiesto también que el cansancio de las mandíbulas del ganado vacuno, no supone un factor importante para limitar el CV (Hafez y Dyer, 1972).

Cuando los animales están en pastoreo el tamaño del bocado también controla el CV. En pastoreo, la disponibilidad de forraje influyó directamente en el tamaño del bocado, el cual fue compensado aumentando el tiempo de pastoreo con un pequeño tamaño de bocado. Esto demuestra que el tamaño de bocado es un regulador directo del CV (Erlinger y col., 1990).

La cantidad de fibra en el forraje es un factor importante en regular su consumo, especialmente en dietas altas en fibra (Church, 1984). De ahí que la presentación física del alimento, el peso por unidad de volumen y la deficiencia de PC y P puedan, a través de reducir el contenido bacteriano del rúmen y la tasa de trituramiento del alimento, ser cualidades propias del alimento que alteran su CV (Ensminger, 1987).

Por otro lado Prigge y col. (1990), con novillos fistulados alimentados con mezclas de alfalfa y *Panicum virgatum*, encontraron un aumento del CV de MS en forma lineal, conforme aumentaba la proporción de leguminosas en la dieta.

La digestión de la MO fue mayor para los pastos suplementados con grano que sin grano, y mayor para la suplementación con cebada que con maíz (Brake y col., 1989).

Así mismo, se ha encontrado que la suplementación de heno de baja calidad con niveles graduales de vainas de soya incrementa la digestibilidad de la MO (Martin y Hibberd, 1990).

El consumo de MS decrece curvilíneamente conforme se incrementa la densidad de ED; y se incrementa linealmente conforme el nivel de PC de la dieta aumenta (Lu y Potchoiba, 1990).

La variación en las características morfológicas de los forrajes podrían tomar parte en establecer las diferencias de CV entre forrajes de similar composición química, debido a que afectan la relación entre consumo y digestibilidad. Con niveles de consumo ad libitum los animales tienen la oportunidad de seleccionar, disminuyendo las diferencias entre forrajes. Conforme el consumo se vuelve más restringido, la oportunidad para seleccionar disminuye, haciéndose mayores las diferencias entre forrajes cuando presentan diferente proporción de hojas (Cherney y col., 1990).

3.4.2. Mecanismos reguladores del CV.

El CV es un componente vital en la regulación del balance de energía en el animal, existiendo en el animal una necesidad por adaptar el consumo al gasto de energía (Freer, 1981).

La regulación del consumo de alimentos es un sistema de realimentación negativa que sirve para mantener la constancia del ambiente interno. Los centros reguladores radican en el

cerebro, desempeñando el rol más importante el hipotálamo (Baumgardt, 1972).

Existen dos mecanismos que se ponen en marcha para controlar el consumo, la distensión o replección del tracto digestivo, y el balance metabólico (Baumgardt, 1972; Moore, 1981).

3.4.2.1. Mecanismo físico o de distensión.

El mecanismo de distensión actúa preferentemente en forrajes. El animal come hasta que el RR se distiende, y no volverá a hacerlo hasta que se haya vaciado parcialmente. El RR se vacía por dos procesos simultáneos: (1) la digestión y absorción, y (2) el paso de las partículas indigeribles al omaso. Por tanto el consumo estará inversamente relacionado al tiempo que los residuos de forrajes permanezcan retenidos en el RR. Sólomente la digestibilidad, no controla el consumo de forrajes, ya que dos forrajes que poseen la misma digestibilidad no necesariamente tienen el mismo tiempo de retención. Por tanto, la degradación mecánica de las partículas de las paredes celulares de los forrajes podría ser más importante como mecanismo de control del consumo, ya que mientras más rápido son degradadas las partículas, es menor el tiempo de retención de las mismas (Moore, 1980).

La tasa de reducción del tamaño de partículas dentro del RR controla la tasa de paso por el hecho de disminuir la distensión física del retículo-rumen (Okine y Mathison, 1991).

En el mecanismo de control físico, el CV es el resultado de la relación existente entre la capacidad del rúmen (numerador) y el tiempo medio de retención (denominador). Como la capacidad de llenado del rúmen es una limitación física que se considera constante en el animal, el consumo estará determinado por la velocidad de desaparición de las partículas del RR. Así a mayor tasa de desaparición habrá mayor consumo de forraje (Moore, 1980).

3.4.2.2. Mecanismo quimiostático o metabólico.

Para un animal el mayor índice de consumo de ED está regulado por un mecanismo quimiostático determinado por los requerimientos de ED del animal.

Este mecanismo es sensible a la concentración sanguínea de determinados metabolitos tales como ácidos grasos volátiles (AGV), glucosa, aminoácidos o grasas. Moore (1981) reporta, en una revisión, que cuando este mecanismo es el único que está controlando el consumo, un aumento en la concentración de ED de la dieta disminuirá el consumo de MS aún cuando el consumo de ED no cambie.

La concentración de ED en la mayoría de los forrajes está por debajo del rango donde el mecanismo quimiostático actúa, por lo tanto la mayoría de los forrajes son consumidos tratando de alcanzar el máximo consumo de ED.

3.5. Características de los forrajes tropicales.

Al comparar los forrajes tropicales con los de clima templado, vemos que los primeros tienen un menor consumo voluntario y una menor digestibilidad de la MS, debido a sus altos contenidos de fibra; característica que está asociada al clima en el cual se desarrollan. A esto se agrega el hecho de que los forrajes tropicales se desarrollan en suelos deficientes en nutrientes.

Minson (1981), estableció que el consumo voluntario de pastos tropicales es usualmente menor que el de forrajes de clima templado en todas las etapas de crecimiento de la planta, debido al alto contenido de fibra total e indigerible, al bajo porcentaje de digestibilidad de la MS y al largo tiempo de retención en el RR.

La presentación física del forraje es importante. En el pasto picado o en forma de pelets, la estructura física de la fibra se rompe, haciendo que el alimento pase más rápidamente por el rúmen y favoreciendo un aumento en la cantidad de forraje consumido. La desventaja está en que la digestibilidad de la MS se ve disminuida a causa del poco tiempo de permanencia del alimento expuesto a los procesos digestivos en el RR (Minson, 1981). Así mismo, el consumo de diferentes partes de una misma planta (hoja o tallo) y el contenido de PC y minerales del forraje determinan diferencias en su CV por cambio en la estructura física de la dieta.

Conforme un forraje madura, hay un incremento en la proporción de fibra y una disminución en el contenido de PC y de la digestibilidad de la MS (Minson y McLeod, 1970 citados por Minson, 1981). Los pastos tropicales generalmente disminuyen su digestibilidad a una tasa diaria de 0.5 unidades de digestibilidad en comparación con 0.1-0.2 unidades para pastos de clima templado (Minson, 1971 citado por Minson, 1981).

Reid y col. (1990) también compararon forrajes de clima cálido y frío, encontrando que la calidad de los heno es una resultante del consumo y la digestibilidad en todos los rumiantes.

En forrajes tropicales, la relación entre varios constituyentes químicos y el CV, depende en último término de su asociación con las estructuras de la planta. Se ha encontrado que la celulosa está mas relacionada con el consumo que con la digestibilidad del forraje. El caso contrario sucede con la lignina, la cual está mas relacionada con la digestibilidad que con el consumo en si.

3.6. Velocidad de consumo (VC).

Otro de los aspectos relacionados al CV de alimentos es la VC. Esta es una medida que indica cuán rápidamente es ingerida una dieta y se expresa en g/min. La VC de cualquier

forraje dependerá de la tasa potencial a la cual podría ser consumido, su accesibilidad y su aceptabilidad.

La tasa potencial a la cual puede ser consumido un forraje está determinada grandemente por las características físicas del mismo, tales como su facilidad de romperse o quebrarse, el tamaño de las partículas y el contenido de agua; aún cuando, el tamaño de la boca del animal, su grado de saciedad y su estado fisiológico también podrían ser importantes.

La accesibilidad de cualquier componente de la pastura depende de su altura, densidad y posición relacionada a los otros componentes.

La aceptabilidad se conoce que es una función del gusto, olor y características de la superficie del componente, las que pueden ser modificadas por la experiencia, las averciones a alimentos y el grado de saciedad del animal.

La VC y la aceptabilidad del ensilaje son mayores que las del heno, probablemente debido al volúmen o bulto que tiene la ración y dado su bajo contenido de MS (Fujihara, 1981; Burrit y Provenza, 1990). Sin embargo, cuando se ofrecen distintos pastos con similar cantidad de MS, al ser la VC más lenta, el costo energético por unidad de MS es más alto y viceversa (Osuji y col., 1975 citados por Fujihara, 1981).

La VC varía y puede ser alterada por un cambio en las características físicas, como lo es el largo de las partículas. Cuando las características del sabor y el olor son

removidos, los corderos presentan preferencia por alimentos que pueden consumir más rápidamente. Los resultados sugieren que hay preferencia por alimentos que pueden ser consumidos más rápidamente y que el grado de discriminación entre alimentos es mayor cuando la VC de los alimentos que se comparan es baja (Black y Kenney, 1984).

Cuando se les ofrece a los corderos pasturas artificiales por períodos cortos, suficientes para que no les produzca saciedad, la VC estuvo intimamente relacionada al tamaño del bocado. La VC decrece conforme se reduce tanto la altura del pasto como su densidad de tallos. Cuando dos pasturas se ofrecen juntas, los corderos generalmente prefieren la pastura que pueden comerse más rápido (Black y Kenney, 1984).

El contenido de MS del forraje afecta sustancialmente la VC. Pasto kikuyo fresco con 15% de MS se consumió a 60 g/min, y a 14 g/min cuando se ofreció seco. Aún cuando la VC fue alta para el pasto fresco, ésta fue insuficiente para mantener la misma tasa de consumo de MS, comparando con la obtenida con corderos que consumieron forraje con mas del 40% de MS (Black y Kenney, 1984).

Las pruebas realizadas hasta el momento han sido con materiales de climas templados. La información referente a forrajes de clima tropical es escasa y no disponible, por lo que es necesario contribuir con información para éste tipo de materiales que pueda ser aplicada a nuestro medio.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización.

El estudio se realizó en la Sección de Nutrición Animal de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras. La EAP se encuentra localizada a 37 km Sur-Este de Tegucigalpa y a 800 msnm; tiene una precipitación promedio anual de 1105 mm y una temperatura promedio de 24 °C.

El estudio se inició el 6 de septiembre de 1991 y concluyó el 16 de diciembre del mismo año.

4.2. Animales.

Se utilizaron 12 corderos castrados, cruzados de las razas Kathadin y Blackbelly, de una edad promedio de 1.5 años y con un promedio de 46 kg de peso vivo (PV). Los corderos fueron desparasitados con "Panacur" a razón de 10 ml/100 kg PV, 15 días antes del inicio del experimento. Los animales fueron mantenidos en jaulas metabólicas individuales de madera, las que estaban provistas de comedero, bebedero y salero para la alimentación de cada animal.

4.3. Alimentos.

Los alimentos estudiados fueron dos henos de pasto Transvala (*Digitaria decumbens* L.) de 42 (T42) y 54 (T54) días de rebrote, dos henos de pasto Elefante (*Pennisetum purpureum* S.) de 28 (E28) y 38 (E38) días, un heno de pasto Guinea (*Panicum maximum* L.) de 36 (G36) días y un heno de pasto Survenola (*Digitaria umfolozi*) de 46 (S46) días. Los henos de Transvala fueron fertilizados a razón de 92 kg de N/ha y establecidos de tal forma que el crecimiento de ambos se dió dentro del mismo período climático (abril-mayo de 1991). El heno de Guinea se cosechó en el mes de septiembre del mismo año, mientras que los henos de Elefante se cosecharon en julio y noviembre y el heno de Survenola en noviembre.

4.4. Diseño Estadístico.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) para las pruebas de consumo voluntario y de velocidad de consumo; con seis tratamientos, que estaban constituidos por los seis forrajes descritos anteriormente, y cuatro repeticiones por tratamiento; en tres períodos consecutivos de 30 días.

4.5. Manejo y variables determinadas.

Cada periodo constó de tres etapas: adaptación (14 días), medición de consumo voluntario (7 días) y registro de la velocidad de consumo (5 días). Además, entre periodos hubo un descanso de cuatro días en el que todos los animales fueron alimentados con una dieta común a base de heno de pasto transevala.

Cada forraje se ofreció a cuatro animales diferentes en cada periodo. La asignación de los animales a cada jaula y de los forrajes a cada animal se hizo al azar.

Durante el periodo de adaptación, se ofreció el alimento todos los días a las 7:00 am, ajustándose la cantidad ofrecida para obtener entre 150 y 300 g de residuos al día (Moore, 1981). En los siete días de medición del consumo, se recolectó una muestra representativa del forraje ofrecido de aproximadamente 300 g/día e igualmente se pesaron y recolectaron el total de los desperdicios y residuos.

Al final del periodo de medición del consumo se obtuvieron muestras representativas de los materiales ofrecidos, rechazados y desperdiciados de cada animal, los cuales fueron utilizados para los respectivos análisis químicos.

Para la medición de la VC se utilizaron los cinco últimos días de cada periodo. Para esto, se ofreció el alimento pesado y picado a 2 cm de largo, durante tres minutos a cada animal.

Luego, se retiró el comedero y se determinó por diferencia de peso lo consumido durante este período. Las mediciones se repitieron a intervalos de 2 minutos, tres veces durante la mañana para cada animal, dentro de cada forraje en tres días alternos.

4.6. Muestras y análisis de laboratorio.

Las muestras recolectadas del forraje ofrecido, sobrante y rechazado de las pruebas de CV, así como aquellas colectadas durante las mediciones de VC, fueron presecadas a 60°C y luego molidas a un tamaño de partícula de 1 mm.

En las muestras de forraje ofrecido, sobrante y rechazado se determinó el contenido de MS, MO, PC, fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), lignina, y la DIVMO.

En las muestras de VC se determinó únicamente el contenido de MS y MO.

Las determinaciones de MS, MO y PC se realizaron por los métodos convencionales descritos por la AOAC (Murillo, 1989); mientras que el fraccionamiento de la pared celular fue hecho por el método de Goering y Van Soest (1970). La DIVMO se determinó por el método modificado de Tilley y Terry (Moore y Mott, 1974).

4.7. Sistema de evaluación.

Los datos fueron analizados mediante el procedimiento de Modelos Lineales (GLM) del programa Statistical Analysis System (SAS, 1986). Mediante este procedimiento se evaluó el consumo de MS, MO, FND total de los forrajes, su consumo por unidad de peso vivo (PV) y de peso metabólico ($PM = PV^{0.75}$), el consumo de FAD, Lig y PC total, y el consumo de MOD.

Así mismo, se compararon las velocidades de consumo de la MS y la MO de los pastos y se analizó la existencia de correlación entre el CV y la VC de los forrajes estudiados.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Composición química de los forrajes.

El contenido de MS, MO, FND, FAD, Lig y DIVMO de los seis forrajes estudiados se presenta en el Cuadro 1.

Se encontraron diferentes proporciones de FND, FAD, PC y DIVMO tanto entre especies como entre edades (días de rebrote) en una misma especie, manteniéndose éstos datos dentro de los rangos esperados para pastos tropicales reportados en las tablas de composición de alimentos para América Latina (1974).

El G38 fue el pasto que tuvo mayor contenido de constituyentes de la pared celular (FND, FAD y Lig) aún cuando no fue el pasto más viejo.

Conforme maduró el pasto Elefante de 28 a 38 días, aumentó su contenido de los constituyentes de la pared celular, lo cual coincide con los estudios hechos por Minson y col (1976). Por su parte al aumentar su edad el Transvala de 42 a 54 días, aumentó su contenido de lignina y disminuyó su contenido de PC.

Minson (1976, citado por Minson, 1981) encontró que la mayoría de los forrajes tropicales tienen un contenido de PC de 6-12%, en este estudio se encontró que el contenido de PC que tuvieron los forrajes variaba entre 7.0 y 10.0%, los cuales estaban dentro de ese rango. Sin embargo, el contenido de PC de T42 (8.2%) y T54 (7.0%) supera a datos citados por Humphreys (1987), probablemente debido a la fertilización

Cuadro 1. Composición química promedio de los seis pastos.

Pasto	MS ¹	MO	FND	FAD	Lig	PC	DIVMO
	(%)	% MS					(%)
E28	90.5	90.1	65.0	36.0	4.8	7.8	57.4
E38	93.5	85.2	67.6	43.5	6.2	10	59.4
G36	94.6	85.6	74.5	48.7	7.6	8.3	57.6
S46	93.3	86.2	64.4	42.4	6.3	9.3	58.4
T42	91.6	89.3	68.1	38.8	5.5	8.2	54.7
T54 ²	91.5	90.3	67.2	38.6	6.8	7.0	54.9

(1) MS=Materia Seca; MO=Materia Orgánica; FND=Fibra Neutro Detergente; FAD=Fibra Acido Detergente; Lig=Liguina; PC=Proteinas Cruda; NFND=Nitrógeno ligado a la Fibra Neutro Detergente; NFAD=Nitrógeno ligado a la Fibra Acido Detergente; DIVMO=Digestibilidad in vitro de la Materia Orgánica.

(2) E28=Pasto Elefante de 28 días; E38=Pasto Elefante de 38 días; G36=Pasto Guinea de 36 días; S46=Pasto Survenola de 46 días; T42=Pasto Transvala de 42 días; T54=Pasto Transvala de 54 días.

nitrogenada que recibieron los forrajes, lo cual aumentó su contenido de PC. Es importante anotar que el contenido de PC de los pastos estuvo por encima de 7% que es el mínimo requerido para el buen funcionamiento de la microflora bacteriana del rúmen.

Independiente de la especie, conforme maduró el pasto, se presentó un incremento en la proporción de fibra y una disminución en el contenido de PC y de la digestibilidad. Así, los forrajes más jóvenes (E28 y E38) tuvieron una mayor DIVMO (57.4 y 59.4%) que los forrajes más viejos (T42 y T54) con 54.7 y 54.9% respectivamente. Con excepción de T42 se encontró que existía una relación directa entre el contenido de PC y la DIVMO. En forma similar, Minson (1981) encontró incrementos hasta en un 2.2% de la digestibilidad de la MS conforme incrementó el contenido de PC y disminuyó el nivel promedio de los componentes de la pared celular en forrajes tropicales.

5.2. Consumo voluntario de los forrajes.

Los resultados del consumo total de MS, MO y FND pueden observarse en los Cuadros 2, 3 y 4, respectivamente.

El consumo de MS diario fue mayor ($P=0.023$) para el S46 (1231 g/d) que para el resto de los pastos, aún cuando no se encontró diferencia de éste con respecto a T42, E38 y E28; mientras que los forrajes menos consumidos fueron el T54 (940

Cuadro 2. Consumo total de Materia Seca (MS)
de los pastos.

Consumo de MS	g/a/d	g/kg PV ¹	g/kg PM ²
Pasto			
E28 ³	1049.6 ^b	21.7 ^b	57.3 ^b
E38	1115.7 ^b	23.1 ^b	61.0 ^b
G36	933.1 ^b	20.9 ^b	54.0 ^b
S46	1230.6 ^a	28.6 ^a	73.3 ^a
T42	1224.1 ^a	24.1 ^a	64.2 ^b
T54	939.5 ^b	20.4 ^b	53.1 ^b

(1) PV=peso vivo.

(2) PM=peso metabólico=(PV^{0.75})

(3) E28=Pasto Elefante de 28 días; E38=Pasto Elefante de 38 días; G36=Pasto Guinea de 36 días; S46=Pasto Survenola de 46 días; T42=Pasto Transvala de 42 días; T54=Pasto Transvala de 54 días.

Cuadro 3. Consumo total de Materia Orgánica (MO) de los pastos.

Consumo de MO	g/a/d	g/kg PV ¹	g/kg FM ²
Pasto			
E28 ³	948.9 ^b	19.7 ^b	51.8 ^b
E38	938.2 ^b	19.5 ^b	51.3 ^b
G36	787.5 ^b	17.9 ^b	46.2 ^b
S46	1053.8 ^a	24.5 ^a	62.7 ^a
T42	1094.9 ^a	21.5 ^b	57.4 ^b
T54	849.9 ^b	18.4 ^b	48.0 ^b

(1) PV=peso vivo.

(2) FM=peso metabólico=(PVO · 75)

(3) E28=Pasto Elefante de 28 días; E38=Pasto Elefante de 38 días; G36=Pasto Guinea de 36 días; S46=Pasto Survenola de 46 días; T42=Pasto Transvala de 42 días; T54=Pasto Transvala de 54 días.

Cuadro 4. Consumo total de Fibra Neutra Detergente (FND) de los pastos.

Consumo de FND	g/a/d	g/kg PV ¹	g/kg PM ²
Pasto			
E28 ³	671.7 ^b	13.9 ^b	36.7 ^b
E38	727.6 ^b	15.1 ^b	39.8 ^b
G36	701.2 ^b	15.7 ^b	40.6 ^b
S46	769.7 ^b	17.9 ^a	45.8 ^a
T42	829.7 ^a	16.2 ^b	43.5 ^b
T54	625.2 ^b	13.5 ^b	35.3 ^b

(1) PV=peso vivo.

(2) PM=peso metabólico=(PV⁰.75)

(3) E28=Pasto Elefante de 28 días; E38=Pasto Elefante de 38 días; G36=Pasto Guinea de 36 días; S46=Pasto Survenola de 46 días; T42=Pasto Transvala de 42 días; T54=Pasto Transvala de 54 días.

g/d) y G36 (933 g/d). También el consumo diario de MO clasificó los pastos en el mismo orden.

Corrigiendo los resultados del consumo diario a consumo por unidad de peso vivo (PV), se observó que el consumo de MS también fue mayor ($P=0.049$) para el S46 (28.6 g/kg PV) y menor para el G36 y T54. El consumo de materia orgánica por kg de PV fue mayor ($P=0.076$) también para S46 y menor para el resto de los forrajes, entre los cuales no se encontró diferencias.

Similar comportamiento presentaron todos los forrajes al corregir los resultados de consumo diario de MS y MO a consumo por unidad de PM. Resultados similares de consumo por kg de PM para el pasto Transvala y el Guinea han sido presentados por Minson (1980; citado por Minson, 1981).

Aún a pesar de que G36 presentó el contenido más alto de FND y el valor de consumo más bajo, y que tanto E28 como S46 los consumos más altos con menor contenido de FND; el contenido de paredes celulares no estuvo relacionado negativamente con el consumo de alimento por parte del animal.

Los pastos T42, S46, E38 y G36 tuvieron el mayor consumo diario ($P=0.073$) de FND (Cuadro 4). El promedio diario de consumo fue de 15 g/kg PV valor que está ligeramente por encima de los valores encontrados por Mertens (1985) para diferentes forrajes. Este autor pretende explicar que el consumo de MS en vacas lecheras está limitado a un consumo máximo de FND de 12 g/kg PV.

Hubo una relación entre el consumo diario de lignina (Lig) y el contenido de Lig en el forraje. El pasto E28 fue el que presentó menor contenido y a la vez el que tuvo menor consumo de lignina; mientras que el G36 tuvo la mayor cantidad de Lig y mayor consumo de Lig. De esto se deduce que para los pastos en estudio no hubo una limitación del consumo debido a la lignina, como se ha reportado en otros trabajos (Van Soest, 1982; Minson, 1992).

En el Cuadro 5 se presentan los consumos diarios de FAD y PC. El consumo de PC se relacionó directamente con su contenido. La edad del pasto no influyó la preferencia por los forrajes puesto que no se encontró que forrajes más jóvenes hayan sido consumidos en mayor cantidad que forrajes más viejos.

Es muy probable que la preferencia por ciertas especies haya sido determinada por factores como el contenido de paredes celulares, PC, la sapidéz o el contenido de materiales detrimentales del consumo.

5.3. Consumo de materia orgánica digerible (MOD).

Los consumos promedio de MOD de los seis forrajes se presentan en el Cuadro 6.

Cuando el consumo de MOD fue corregido por kg de PM, fue mayor ($P=0.037$) para S46 y E38 que para todos los demás forrajes, que tuvieron un consumo de MOD menor a 33 g/kg PM.

Cuadro 5. Consumo diario de Fibra Acido Detergente (FAD), Lignina (Lig) y Proteína Cruda (PC) de los pastos.

	FAD	Lig	PC
Consumo, g/a/d			
E28 ¹	383.6 ^b	41.8 ^b	85.9 ^b
E38	454.4 ^b	62.6 ^b	125.6 ^a
G36	449.1 ^b	74.6 ^a	84.2 ^c
S46	476.5 ^a	73.3 ^a	121.9 ^a
T42	474.3 ^a	63.1 ^b	105.5 ^b
T54	348.0 ^c	62.7 ^b	68.9 ^c

(1) E28-Pasto Elefante de 28 días; E38-Pasto Elefante de 38 días; G36-Pasto Guinea de 36 días; S46-Pasto Survenola de 46 días; T42-Pasto Transvala de 42 días; T54-Pasto Transvala de 54 días.

Cuadro 6. Consumo de Materia Orgánica Digerible (MOD) de los pastos.

Consumo de MOD	g/a/d	g/kg PV ¹	g/kg PM ²
Pasto			
E28 ³	573.8 ^b	11.8 ^b	31.1 ^b
E38	609.2 ^b	12.7 ^b	33.3 ^b
G36	474.6 ^b	10.5 ^b	27.7 ^b
S46	651.8 ^a	15.1 ^a	38.8 ^a
T42	603.1 ^b	11.8 ^b	31.6 ^b
T54	474.6 ^b	10.3 ^b	26.8 ^b

(1) PV=peso vivo.

(2) PE=peso metabólico=(FVO-75)

(3) E28=Pasto Elefante de 28 días; E38=Pasto Elefante de 38 días; G36=Pasto Guinea de 36 días; S46=Pasto Survenola de 46 días; T42=Pasto Transvala de 42 días; T54=Pasto Transvala de 54 días.

Los consumos de MOD de G36 (27.1 g/kg PM) y de T54 (26.8 g/kg PM) fueron inferiores a los requerimientos de mantenimiento de los animales, por lo que se puede asumir que bajo condiciones de producción estos dos pastos no estarían en la capacidad de promover ni siquiera el mantenimiento del peso vivo de los animales (Moore, 1987). El grado de lignificación (Lig/FND) y el limitante nivel de PC en T54 son factores que pueden haber regulado su consumo de MOD.

5.4. Velocidad de Consumo.

Los promedios de la velocidad de consumo de los seis forrajes estudiados expresados en g/minuto se muestran en el Cuadro 7.

La VC de la MS varió desde 2.0 hasta 7.4 g/min., valores que están dentro de los límites descritos por Kenney y Black (1984) para forrajes secos (5-21 g MS/min.), cuando son ofrecidos a los animales en períodos cortos.

La presentación física de los forrajes para las pruebas, no pudo haber influido en la determinación de la VC ya que todos los forrajes fueron picados a una longitud de 2 pulg. (Kenney, 1984).

La VC de la MO, tampoco presentó diferencias entre E36, T42, S46 y E28, pero G36 y T54 tuvieron menores velocidades (3.3 y 1.9 g/min) que los anteriormente mencionados.

Cuadro 7. Velocidad de Consumo de la Materia Seca (VCMS) y de la Materia Orgánica (VCMO) de los pastos.

Pasto	E28	E38	G36	S46	T42	T54 ¹	Sxy ²
VCMS, g/min.	5.7 ^a	7.4 ^a	3.6 ^b	7.3 ^a	7.1 ^a	2.0 ^b	0.66
VCMO, g/min.	5.2 ^a	6.3 ^a	3.3 ^b	6.2 ^a	6.4 ^a	1.9 ^b	0.57

(1) E28=Pasto Elefante de 28 días; E38=Pasto Elefante de 38 días; G36=Pasto Guinea de 36 días; S46=Pasto Survenola de 46 días; T42=Pasto Transvala de 42 días; T54=Pasto Transvala de 54 días.

(2) Error estandar de los promedios.

5.5. Correlación entre CV y VC.

La ecuación encontrada para correlacionar la VC la MS (VCMS) y el CV diario de MS (CVMS) fue:

$$\text{CVMS (g/a/d)} = 825.3 + 46.3 \text{ VCMS}$$

A pesar de que el coeficiente de correlación (r) tuvo un valor de 0.63 ($P < 0.001$); el coeficiente de determinación (r^2) fue de solamente 0.40, por lo que se estima que la VC no fue el factor más importante en determinar el CV de los forrajes, sino que hubieron otros factores, sean estos propios del animal o de los forrajes, que influyeron en mayor grado (60%) en la preferencia y el consumo total de los pastos.

La relación entre el CV de MO diario (CVMO) con la VCMS ($r = 0.57$; $P = 0.003$) fue ligeramente menor, y únicamente un 33% de la respuesta pudo ser explicada por el modelo lineal evaluado:

$$\text{CVMO (g/a/d)} = 743.5 + 36.7 \text{ VCMS}$$

Es posible que la falta de entrenamiento de los animales durante el periodo de cuantificación de la VC, haya afectado la respuesta animal; por lo que se considera conveniente continuar en esta línea de trabajo a fin de reducir la variabilidad animal e incrementar el rango en características físicas de los forrajes, que permitan asociar mejor la respuesta en VC, a las características nutricionales del material y al CV del mismo.

6. CONCLUSIONES

1. La edad dentro de una misma especie afectó la composición química de los forrajes evaluados incrementando su contenido de FND y reduciendo la PC y la DIVMO.
2. La preferencia por el consumo de MS no fue afectada únicamente por la edad, sino que posiblemente también por el contenido de FND, PC o su sápidéz.
3. La velocidad de consumo de los forrajes estuvo dentro de los rangos reportados para forrajes.
4. No se observó una relación muy estrecha ($r=0.63$; $P=0.001$) entre la velocidad de consumo y el consumo voluntario de MS y MO de los forrajes.

7. RECOMENDACIONES

1. Estudiar y minimizar otros factores que puedan estar influyendo en la correlación entre CV y VC de los forrajes.
2. Realizar pruebas de correlación de consumo voluntario y velocidad de consumo para una mayor diversidad de materiales tropicales.

B. RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar si existe correlación entre el consumo voluntario (CV) y la velocidad de consumo (VC) de forrajes tropicales. Se usaron 12 corderos castrados, de las razas Blackbelly y Kathadin, de 46 kg de PV y 1.5 años de edad. Los animales se confinaron en jaulas metabólicas individuales durante 3 períodos consecutivos de 25 días, cada uno de los cuales constó de 3 etapas: adaptación, medición del CV y medición de la VC. Se alimentó los animales con 6 heno: pasto Transvala de 42 (T42) y 54 (T54) días de rebrote, pasto Elefante de 28 (E28) y 38 (E38) días, pasto Guinea de 36 (G36) días y pasto Survenola de 46 (S46) días. Hubo diferente composición química entre especies y entre edades en una misma especie. Tanto S46, E28, E38 y T42 presentaron mayor consumo de MS ($P=0.023$), MO y END ($P=0.073$); mientras que G36 (que fue el más lignificado) y T54 tuvieron el menor consumo. El contenido de PC estuvo entre 7-10% y su consumo se relacionó directamente con su contenido de PC. Los forrajes con mayor contenido protéico tuvieron mayor DIVMO. El consumo de MOD por kg de PM fue mayor ($P=0.037$) para S46 y E38. G36 y T54 tuvieron consumos de MOD de 27.1 y 26.6 g/kg PM que son inferiores a los requerimientos de mantenimiento de los animales. La VC varió de 7.4 a 2.0 g/min. La VC de MS y MO no fueron estadísticamente distintas entre E38, T42, S46 y E28 pero sí mayores a G36 y T54. La ecuación de correlación entre CVMS y la VCMS fue: $CVMS (g/a/d) = 825.3 + 46.3 VCMS$. A pesar de que los valores de r (0.55-0.65) presentaron valores de $P < 0.01$, se concluye que no hubo una relación estrecha entre el CV de MS y MO y la VC de los forrajes debido a que el modelo matemático empleado sólo explicó el 40% de la respuesta animal.

9. LITERATURA CITADA

- BAUMGARDT, B.R. 1972. Consumo voluntario de alimentos. Trad. por Pedro Ducar Maluenda. In Desarrollo y nutrición animal. Zaragoza, España, ACRIBIA. p. 155-170.
- BLACK, J.L.; KENNEY, P.A. 1984. Height and density of pasture. Australian journal of agricultural research (Australia). 35:551-563.
- BRAKE, A.C.; GOETSCH, A.L.; FORSTER, L.A.; JR; LANDIS, K.M. 1989. Feed intake, digestion and digesta characteristics of cattle fed bermudagrass or orchardgrass alone or with ground barley or corn. Journal of animal science (EE.UU). 67(12):3425-3436.
- BURRIT, E.A.; PROVENZA, F.D. 1990. Food aversion learning in sheep: persistence of conditioned taste aversions to palatable shrubs (Cercocarpus montanus and Amelanchier alnifolia). Journal of animal science (EE.UU). 68(4):1003-1007.
- CHERNEY, D.J.R.; MERTENS, D.R; MOORE, J.E. 1990. Intake and digestibility by wethers as influenced by forage morphology at three levels of forage offering. Journal of animal science (EE.UU). 68(12): 4387-4399.
- CHURCH, D.C. 1984. Livestock feed and feeding. 2 ed. Or., EE.UU, O y B. p. 100-101, 260-261.
- CHURCH, D.C.; POND, W.G. 1982. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Trad. por Luis Jorge Perez Calderón. México, Limusa. p. 295-309.
- CROWDER, L.V. 1985. Pasture management for optimum ruminant production. In Nutrition of grazing ruminants in warm climates. Ed. by L.R. Mc Dowell. Orlando, Fla., EE.UU, Academic. p. 104-125.
- DEARRIBA CONCEPCION, J. 1988. Fisiología y bioquímica de la digestión en el rumiante. Santiago, Cuba, Oriente. p. 15-18.
- ENSMINGER, M.E. 1987. Beef cattle science. 6 ed. Danville, Ill., EE.UU, Interstate. p. 880-881.
- ERLINGER, L.L.; TOLLESON, D.R.; BROWN, C.J. 1990. Comparison of bite size, biting rate and grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of maturity. Journal of animal science (EE.UU). 68(11):3578-3587.
- FREER, M. 1981. The control of food intake by grazing animals. In Grazing Animals. Ed. by F.H.W. Morley. Melbourne, Elsevier Scientific. p. 105-114.

- FUJIHARA, T. 1981. Eating and rumination behaviour in sheep given silage made from the fibrous residue of ladino clover. *Journal agriculture science (G.B)*. 97:485-488.
- FUJIHARA, T. 1981. The eating rumination behaviour in sheep fed only grass diets in either the fresh or dried form. *Journal agriculture science (G.B)*. 95:729-732.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1970. Forage fiber analyses. (Apparatus, reagents, procedures and some applications.) *Agric., Handbook 379*. ARS, USDA, Washington, D.C., EE.UU. 20 p.
- HAFEZ, W.C.; DYER, E.L. 1972. *Desarrollo y nutrición animal*. Trad. por Pedro Ducar Maluenda. Zaragoza, España, ACRIBIA. p. 162-165.
- HANNAH, S.M.; COCHRAN, R.C.; VANZANT, E.S.; HARMON, D.L. 1991. Influence of protein supplementation on site and extent of digestion, forage intake and nutrient flow characteristics in steers consuming dormant bluestem-range forage. *Journal of animal science (EE.UU)*. 69(6):2624-2633.
- HATFIELD, P.G.; CLANTON, D.C.; ESKRIDGE, K.M.; SANSON, D.W. 1989. Forage intake by lactating beef cows differing in potential for milk production. *Journal of animal science (EE.UU)*. 67(11):3018-3027.
- HUMPHREYS, L.R. 1987. *Tropical pastures and fodder crops*. 2ed. Harlow, G.B., Longman. 155 p.
- KENNEY, P.A.; BLACK, J.L. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. I: Potential intake and acceptability of feed. *Australian journal of agricultural research (Australia)*. 35:551.
- LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J. 1990. Feed intake and weight gain of growing goats fed diets of various energy and protein levels. *Journal of animal science (EE.UU)*. 68(6):1751-1759.
- MARTIN, S.K.; HIBBERD, C.A. 1990. Intake and digestibility of low quality native grass hay by beef cows supplemented with graded levels of soybean hulls. *Journal of animal science (EE.UU)*. 68(12):4319-4325.
- MINSON, D.J. 1981. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In *Grazing Animals*. Ed. by F.H.W. Morley. Melbourne, Elsevier Scientific. p. 143-156.
- MINSON, D.J. 1992. *Forage in ruminant nutrition*. San Diego, Calif., EE.UU, Academic. 483 p.

- MINSON, D.J.; STOBBS, T.H.; HEGARTY, M.P.; PLAYNE, M.J. 1978. Measuring the nutritive value of pastures plants. In Tropical pasture research; principles and methods. Ed. by N.H. Shaw, W.W. Bryan. Oxford, Alden Press. p. 308-337.
- MOORE, J.E. 1980. Forage crops. In Crop quality, storage and utilization. Ed. by American Society of Agronomy and Crop Science Society of America. Madison, EE.UU. p. 67-91.
- MOORE, J.E. 1981. Principles of forage quality evaluation. In King visiting scholar lectures. Ed. by Arkansas Agricultural Experiment Station. Ark., EE.UU. p. 66-87.
- MOORE, J.E.; MOTT, G.O. 1974. Recovery of residual organic matter from in vitro digestion of forages. Journal of dairy science (EE.UU). 57:12-58.
- MURILLO, B. 1989. Manual de laboratorio de nutrición animal, EAP. El Zamorano, Honduras. 62 p.
- NATIONAL NEAR INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY NETWORK WORKSHOP (1987, FLORIDA. EE.UU). 1987. [Meeting]. Edited by Moore J.E. Madison, Wyo., EE.UU. 25p.
- OKINE, E.K.; MATHISON, G.W. 1991. Effects of feed intake on particle distribution, passage of digesta and extent of digesta in the gastrointestinal tract of cattle. Journal of animal science (EE.UU). 69(8):3435-3445.
- OWEN, J. 1983. Cattle feeding. Suffolk, G.B. p. 25-26.
- FRIGGE, E.C.; STUTHERS, B.A; JACQUEMENT, N.A. 1990. Influence of forage diets on ruminal particle size, passage of digesta, feed intake and digestibility by steers. Journal of animal science (EE.UU). 68(12):4352-4360.
- RECENT CONCEPTS IN OPTIMIZING NUTRITION OF DAIRY COWS (1985, EE.UU). 1985. [Proceedings]. Edited by Mertens D.R. EE.UU. op.
- REID, R.L.; JUNG, G.A.; COX-GANGSER, J.M.; RYBECK, B.F.; TOWNSEND, E.C. 1990. Comparative utilization of warm and cool season forages by cattle, sheep and goats. Journal of animal science (EE.UU). 68(9):2986-2994.
- SAS. 1986. User's guide: Statistics. SAS ins. Inc.
- SQUIBB, R.C.; PROVENZA, F.D.; BALPH, D.F. 1990. Effect of age of exposure on consumption of a shrub by sheep. Journal of animal science (EE.UU). 68(4):987-997.

- UNIVERSITY OF FLORIDA. 1974. Latin American tables of feed composition. Ed. by Mc Dowell L.R. Gainesville, Fla., EE.UU. 521 p.
- VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant; ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers. Or., EE.UU, O y B. 374 p.
- WHITEMAN, P.C. 1980. Tropical pasture science. New York, Oxford University Press. p. 277-287.

10. ANEXOS

ANEXO 1. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo voluntario de materia seca diario (CVMS), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico ($PM = PV^{0.75}$).

Efecto	GL	CVMS (g/a/d)	CVMS (g/kg PV)	CVMS (g/kg PM)
Tratamiento	5	69543.9900 (0.0229)	36.5287 (0.0488)	228.0292 (0.0388)
Error	18	20086.0147	13.0758	76.2028
C.V.		13.1	15.6	14.4

ANEXO 2. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo voluntario de materia orgánica diario (CVMO), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico ($PM = PV^{0.75}$).

Efecto	GL	CVMO (g/a/d)	CVMO (g/kg PV)	CVMO (g/kg PM)
Tratamiento	5	52118.8875 (0.0252)	23.7639 (0.0763)	152.2957 (0.0579)
Error	18	15441.6463	9.8271	57.4907
C.V.		13.1	15.5	14.3

ANEXO 3. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo voluntario de fibra neutro detergente diario (CFND), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico ($PM = PV^{0.75}$).

Efecto	GL	CFND (g/a/d)	CFND (g/kg PV)	CFND (g/kg PM)
Tratamiento	5	20988.0098 (0.0734)	10.2418 (0.1398)	63.1704 (0.1229)
Error	18	8566.4422	5.3148	31.1351
C.V.		12.8	14.9	13.8

ANEXO 4. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo voluntario de fibra ácido detergente diario (CFAD), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico ($PM = PV^{0.75}$).

Efecto	GL	CFAD (g/a/d)	CFAD (g/kg PV)	CFAD (g/kg PM)
Tratamiento	5	12450.7643 (0.0218)	8.2771 (0.0187)	49.4503 (0.0182)
Error	18	3491.3855	2.2294	13.2162
C.V.		13.9	16.3	15.2

ANEXO 5. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo voluntario de proteína cruda diario (CVPC), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico ($PM = PV^{0.75}$).

Efecto	GL	CVPC (g/a/d)	CVPC (g/kg PV)	CVPC (g/kg PM)
Tratamiento	5	2050.5205 (0.0001)	1.0638 (0.0002)	8.9299 (0.0001)
Error	18	174.5169	0.1192	0.6901
C.V.		13.4	16.3	15.0

ANEXO 6. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para el consumo voluntario de materia orgánica digerible diario (CMOD), por kg de peso vivo (PV) y por kg de peso metabólico ($PM = PV^{0.75}$).

Efecto	GL	CMOD (g/a/d)	CMOD (g/kg PV)	CMOD (g/kg PM)
Tratamiento	5	20190.3526 (0.0457)	12.0025 (0.0408)	73.8928 (0.0375)
Error	18	6879.7255	3.9499	23.7026
C.V.		14.6	16.4	15.4

ANEXO 7. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (C.V.) para la velocidad de consumo de la materia seca (VCMS) y para la velocidad de consumo de la materia orgánica (VCMO).

Efecto	GL	VCMS (g/min)	VCMO (g/min)
Tratamiento	5	20.3611 (0.0001)	13.6445 (0.0001)
Error	18	1.7434	1.3175
C.V.		23.8	23.5

11. BIOGRAFIA DEL AUTOR

El autor, Enrique Granizo Zúñiga, nació el 20 de septiembre de 1968 en Quito, Ecuador.

Hijo de Enrique Granizo Mantilla y Magda Angélica Zúñiga Rodríguez.

Realizó sus estudios primarios y secundarios en su ciudad natal. Los primeros los hizo en el Colegio Salesiano Cardenal Spellman, y los siguientes los cursó en el Colegio San Gabriel, obteniendo el título de Bachiller en Humanidades Modernas (especialización físico-matemático) en el año 1987.

Los estudios superiores los realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, C.A., donde se graduó de AGRONOMO en Diciembre de 1990 y de INGENIERO AGRONOMO con la especialización en Zootecnia en septiembre de 1992.