

16323

Introducción:

Uno de los factores limitantes en las gramíneas tropicales, sobre todo en épocas de sequía, es su bajo contenido de proteína, lo cual influye negativamente en consumo de materia seca y por ende ganancia de peso. Trabajos realizados con carneros en jaula en Australia indican que el consumo de gramíneas deficientes en proteína (< 7%) puede incrementarse con la suplementación de niveles bajos (10%) en leguminosa en lo ofrecido. En estos trabajos sin embargo, se ha utilizado como suplemento leguminosas de zonas templadas (alfalfa, trébol) cuya calidad y contenido de proteína es más alta de lo que podría esperarse en leguminosas tropicales.

Lo anterior fue justificación para diseñar un experimento con carneros en jaula con el objetivo de evaluar el efecto en consumo y digestibilidad debido a la adición de diferentes niveles de Desmodium ovalifolium y Stylosanthes capitata a una dieta basal de heno maduro de Andropogon gayanus.

Materiales y Métodos

En la subestación CIAT-Quilichao se llevaron a cabo dos ensayos con carneros en jaula metabólica, a los cuales se les ofreció un heno maduro de Andropogon gayanus y 5 niveles (0, 10, 20, 30, y 100%) de materia verde-fresca de Desmodium ovalifolium y Stylosanthes capitata en el experimento 1 y 2 respectivamente.

Tanto en el experimento 1 como 2 se usaron 2 carneros africanos por tratamiento con un peso variable entre 22.5 y 30.0 kg. Grupos de 2 animales fueron escogidos en base a peso similar y los 5 grupos resultantes fueron distribuidos entre los tratamientos al azar en ambos experimentos.

Inicialmente se había planeado suministrar en ambos experimentos 90 g/kg^{.75}/día de materia seca por animal. Sin embargo, la oferta promedia por animal resultante en el primer experimento fue de 91.3 g MS/kg^{.75}/día y de 111.5 g MS/kg^{.75}/día en el segundo experimento. El forraje se ofreció en 2 raciones iguales, una en la mañana (9 a.m.) y otra en la tarde (3 p.m.)

durante 17 y 16 días para los experimentos 1 y 2, respectivamente. Los 7 primeros días fueron de acostumbamiento en ambos ensayos. Durante todo el período experimental los animales recibieron agua en tres raciones al día y sal mineralizada en forma ad. libitum.

En la fase de medición el rechazo fue retirado diariamente en la mañana y pesado y en el total se hizo una separación de gramínea y leguminosa.

A los animales se les midió producción diaria de heces durante los días de medición con bolsas recolectoras ajustadas al animal con arneses. Las bolsas eran retiradas diariamente y el contenido pesado. Submuestras de forraje ofrecido y rechazado y heces tomadas diariamente fueron secados en un horno a 60°C; para así expresar todos los resultados en base seca.

Muestras de forraje ofrecido, rechazado y heces fueron molidas para análisis de nitrógeno total (Kjeldahl) y fibra neutral detergente (van Soest). El consumo de materia seca, nitrógeno y fibra neutral detergente fue calculado por diferencia entre la cantidad del componente ofrecido y la cantidad rechazada. El cálculo de consumo de gramínea en los tratamientos con 10,20 y 30% de leguminosa fue realizado en base a la diferencia entre lo ofrecido y rechazado de gramínea y leguminosa. La digestibilidad aparente de materia seca, FND y nitrógeno fue calculada así:

$$\frac{\text{Consumo/día (MS - FND - N)} - \text{Heces/día (MS - FND - N)}}{\text{Consumo/día (MS - FND - N)}}$$

El análisis estadístico de los datos de consumo y digestibilidad del experimento 1 y 2 fue hecho usando análisis de varianza para un diseño completamente al azar.

Resultados y discusión

El análisis químico del total y partes de gramínea y leguminosa ofrecidas en los experimentos 1 y 2 se presentan en el Cuadro 1. Es evidente que el heno de Andropogon gayanus ofrecido (62% Hoja y 38% Tallo) fue bajo en proteína cruda (4.3%) y alto en contenido de pared celular (FND-82.4%).

En contraste y como era de esperarse, las leguminosas suministradas tuvieron niveles más altos de proteína y niveles más bajos de fibra neutral detergente. Es notorio sin embargo, el mayor valor nutritivo de Stylosanthes capitata (14.4% proteína y 60.7% FND) en comparación con Desmodium ovalifolium (9.9% proteína y 60.7% FND). Las diferencias en calidad entre las dos leguminosas se reflejan en los valores de consumo (Cuadro 2) y digestibilidad aparente (Cuadro 4) que serán posteriormente discutidos.

En el experimento 1 (Cuadro 2) la adición de diferentes niveles de leguminosa no resultó en aumentos significativos en consumo de materia seca total o de gramínea. Esto se debe en gran parte a la gran variabilidad entre repeticiones, particularmente en los niveles de 100% G y 80% G - 20% L (desviación standard 12.9 y 5.4, respectivamente). Sin embargo, se observó una tendencia interesante como es el efecto de sustitución de gramínea por leguminosa a medida que se incrementó el nivel de leguminosa ofrecido. Similares resultados han sido obtenidos en otros experimentos realizados en CIAT (CIAT 1980) y Australia (Minson y Milford, 1967 y Siebert y Kennedy, 1972).

En el experimento 2 (Cuadro 2) la variabilidad en consumo entre animales fue menor que en el experimento 1 y por ende se logró detectar algunas diferencias significativas entre tratamientos. Se observó que con los niveles de 20%, 30% y 100% de Stylosanthes capitata hubo mayor ($P < .05$) consumo de materia seca total que en los niveles de 0 y 10% de leguminosa. Como en el experimento 1, pero en menor grado, se observó una sustitución de gramínea por leguminosa en los niveles de 20 y 30% de leguminosa, no habiendo efecto positivo en el consumo de gramínea en el nivel de 10% de leguminosa.

Los resultados de consumo del Cuadro 2 no están de acuerdo con lo esperado en base a la evidencia en la literatura. Minson y Milford (1967) encontraron que con 10% de alfalfa o trébol en lo ofrecido se producía el mayor aumento en el consumo de Digitaria decumbens bajo en proteína (3.6%). Parte de las diferencias entre este estudio y el de Minson y Milford podrían deberse a menor contenido de proteína en el Digitaria decumbens que en el Andropogon gayanus (3.6 vs 4.3%) y aun mayor contenido de proteína en la

Cuadro 1. Análisis químico del total y partes de la planta de forraje ofrecido a carneros en jaula en experimentos 1 y 2.

Experimento /Medición	Parte de Planta Ofrecida					
	Heno <i>A. gayanus</i> ^{a/}			Leguminosa		
	Total	Hoja	Tallo	Total	Hoja	Tallo
----- % -----						
<u>Experimento 1</u>						
<u>(<i>D. ovalifolium</i>)^{b/}</u>						
Nitrógeno (%)	.69	.89	.35	1.6	2.0	1.0
Proteína (%)	4.3	5.6	2.2	9.9	12.7	6.4
FND (%)	82.4	79.1	87.8	64.7	57.8	73.4

<u>Experimento 2</u>						
<u>(<i>S. capitata</i>)^{c/}</u>						
Nitrógeno	.69	.89	.35	2.3	2.7	1.6
Proteína	4.3	5.6	2.2	14.4	16.9	10.0
FND	82.4	79.1	87.8	63.6	58.0	71.5

a/ Hoja: Tallo gramínea: 62:38

b/ Hoja: Tallo *D. ovalifolium*: 56:44

c/ Hoja: Tallo *S. capitata*: 58:42 (Hoja incluye-inflorescencia)

Cuadro 2. Oferta y consumo de materia seca total, gramínea y leguminosa en experimento de diferentes niveles de D. ovalifolium (exp. 1) y S. capitata (exp. 2) con heno de A. gayanus ofrecido a carneros en jaula.

Experimento /Tratamiento	Oferta	Consumo		
	Materia seca total	Materia seca total	Gramínea	Leguminosa
----- g MS/kg ^{.75} /día -----				
<u>Experimento 1^a</u>				
<u>(D. ovalifolium)</u>				
100% G	94.7	45.4+12.9	45.4+12.9	-
90% G : 10% L	94.2	53.7+.65	45.4+.53	8.3
80% G : 20% L	93.1	47.0+ 5.4	32.5+ 3.4	14.7
70% G : 30% L	91.9	53.2+.95	28.3+ 1.3	24.8
100% L	82.7	60.9+ 4.7	-	60.9
<hr/>				
<u>Experimento 2</u>				
<u>(S. capitata)</u>				
100% G	101.1	50.5+3.1 ^{b/}	50.5+3.1 ^{b/}	-
90% G : 10% L	103.0	58.8+1.1 ^{bc/}	45.9+1.1 ^{bc/}	12.9
80% G : 20% L	106.6	64.4+3.3 ^{c/}	41.2+1.1 ^{c/}	23.2
70% G : 30% L	111.7	80.0+3.1 ^{d/}	41.2+ .56 ^{c/}	39.6
100% L	135.4	108.0+8.6 ^{e/}	-	108.0

a/ Diferencias entre tratamientos no significativos (P < .05)

bcde/ Medias en la misma columna con diferentes letras diferentes (P < .05)

alfalfa o trébol (22.5%) que en el D. ovalifolium (9.9%) y S. capitata (14.4%). Una tercera diferencia entre estudios podría ser el grado de selectividad permitido en los animales, lo cual estaría en función de la cantidad ofrecida y grado de molienda del material ofrecido. Minson y Milford (1967) indican que la oferta fue ad. libitum de un forraje picado a un tamaño de 0.5-1.0". El heno de Andropogon gayanus fue picado pero el tamaño de partícula resultante fue de 6-7", lo cual haría más factible selección de partes de la planta (hoja) con mayor nivel de proteína. Esto se observa claramente en el Cuadro 3 en donde en todas los tratamientos la proteína en lo seleccionado fue mayor que en lo ofrecido. Como consecuencia de esta selección el nivel de proteína cruda en la dieta del tratamiento 100% gramínea estuvo, en ambos experimentos, en el límite de lo considerado deficiente para forrajes y de ahí posiblemente la falta de respuesta en consumo de gramínea con la suplementación de leguminosas.

Como se indicó anteriormente en este estudio resalta la gran diferencia en calidad entre el Desmodium ovalifolium y el Stylosanthes capitata. El mayor consumo de Stylosanthes capitata (108.0 g MS/kg^{.75}/día) que de Desmodium ovalifolium (60.9 g MS/kg^{.75}/día) (Cuadro 2) podrían ser consecuencia de la menor digestibilidad de materia seca (56.6% vs 73.8%) y pared celular (53.0% vs 66.80%) (Cuadro 4). Las diferencias en digestibilidad de materia seca y FND entre las dos leguminosas se observó en todos los tratamientos que incluían niveles de leguminosa (Cuadro 4). Es igualmente significativo la mayor digestibilidad aparente del nitrógeno de Stylosanthes capitata (82.2%) que de Desmodium ovalifolium (46.3%), lo cual nuevamente se observa en todos los tratamientos con inclusión de leguminosa (Cuadro 4).

Parte de las diferencias en digestibilidad de nitrógeno entre leguminosas podrían deberse a mayor contenido de proteína en Stylosanthes capitata que en Desmodium ovalifolium. Se sabe que dentro de ciertos rangos la relación digestibilidad aparente de nitrógeno con contenido de nitrógeno en el tejido es lineal con pendiente positiva. El factor más importante sin embargo, que está afectando digestibilidad de la materia seca, FND y nitrógeno en el Desmodium ovalifolium a su alto contenido de taninos ausentes en Stylosanthes capitata (Cuadro 5). Se ha reportado que el efecto de los

Cuadro 3. Proporción de leguminosa y contenido de proteína y fibra neutral detergente (FND) en lo ofrecido y consumido por carneros estabulados en jaulas metabólicas en experimentos 1 y 2.

Experimento /Tratamiento	Forraje Ofrecido			Forraje Consumido		
	Leg.	Proteína	FND	Leg.	Proteína	FND
----- % -----						
<u>Experimento 1</u>						
<u>(D. ovalifolium)</u>						
100% G	0	4.7	81.6	0	6.9	77.5
90% G : 10% L	10	5.2	80.3	15.3	7.4	73.8
80% G : 20% L	20	5.7	79.1	31.2	8.4	72.6
70% G : 30% L	30	6.2	77.9	46.7	8.6	72.2
100% L	100	9.9	67.9	100.0	10.6	66.3

<u>Experimento 2</u>						
<u>(S. capitata)</u>						
100% G	0	4.7	81.6	0	7.1	
90% G : 10% L	10	5.7	80.6	21.8	8.4	
80% G : 20% L	20	6.6	78.8	36.2	9.8	
70% G : 30% L	30	7.6	75.2	49.0	10.0	
100% L	100	14.2	60.6	100.0	15.7	

Cuadro 4. Resultados de digestibilidad aparente de materia seca, fibra neutral detergente (FND) y nitrógeno en experimento de diferentes niveles de D. ovalifolium (exp. 1) y S. capitata (exp. 2) con heno de A. gayanus ofrecido a carneros en jaula.

Experimento /Tratamiento	Digestibilidad aparente de:		
	Materia seca	FND	Nitrógeno
----- % -----			
<u>Experimento 1</u>			
<u>(D. ovalifolium)</u>			
100% G	40.5+2.8 ^{a/}	45.7+2.8	38.2+7.5
90% G : 10% L	44.3+1.6 ^{a/}	45.1+3.5	41.2+1.3
80% G : 20% L	47.2+2.7 ^{a/}	45.5+3.3	43.0+5.2
70% G : 30% L	47.4+3.9 ^{a/}	47.0+6.0	42.0+4.9
100% L	56.6+1.3 ^{b/}	53.0+5.7	46.3+.78

<u>Experimento 2</u>			
<u>(S. capitata)</u>			
100% G	42.2+3.5 ^{a/}	47.4+3.0 ^{a/}	39.8+1.1 ^{a/}
90% G : 10% L	51.3+1.2 ^{ab/}	57.7+.71 ^{b/}	51.7+.07 ^{b/}
80% G : 20% L	55.9+1.3 ^{b/}	58.1+1.6 ^{b/}	61.2+3.3 ^{c/}
70% G : 30% L	56.6+6+.85 ^{c/}	55.5+3.0 ^{b/}	63.5+.42 ^{c/}
100% L	73.8+2.8 ^{d/}	66.8+4.1 ^{c/}	82.2+2.1 ^{d/}

abcd/ Medias en la misma columna dentro de cada experimento con diferentes letras diferentes (P< .05)

en el tejido es el de formar una matriz protectora contra la acción bacteriana, lo cual obviamente resulta en menor digestibilidad sobre todo del nitrógeno. En el Cuadro 5 se observa que aunque los tallos de D. ovalifolium tuvieron menor nitrógeno que la hoja, la solubilidad del nitrógeno fue mayor (63.1 vs 42.5%) estando esto relacionado con contenido de taninos (7.4% en Tallos vs 22.8% en Hojas).

Es interesante observar (Cuadro 5) que la solubilidad de nitrógeno con pepsina (48 hrs) en la planta entera de D. ovalifolium (51.0%) fue similar a la digestibilidad aparente In vivo (46.3%) en el Cuadro 4. Valores similares para solubilidad de nitrógeno en pepsina y digestibilidad aparente de N In vivo se han obtenido con S. capitata (CIAT, 1981), lo cual da cierto valor de predicción a la prueba de laboratorio para evaluar calidad de leguminosas.

Las diferencias en contenido de taninos entre las dos leguminosas evaluadas y por ende las diferencias, sobre todo en disponibilidad de nitrógeno podría tener grandes implicaciones prácticas. La matriz protectora a la acción bacteriana que forman los taninos en D. ovalifolium resultaría en poca degradación de proteína en el retículo-rumen y por lo tanto más proteína intacta de origen vegetal pasaría al tracto posterior para ataque por enzimas digestivas. Esta proteína de paso tendría efectos muy positivos siempre y cuando el animal consuma una cantidad adecuada de proteínas degradables en el retículo-rumen como es el caso de la proteína de las gramíneas en época lluviosa. El uso entonces de D. ovalifolium sería asociación con una gramínea como B. decumbens o B. humidicola, lo cual podría resultar en excelentes ganancias de peso. Esto se está verificando en la actualidad en ensayos de pastoreo en los Llanos de Colombia (CIAT, 1981). En contraste con lo anterior se podría especular que el D. ovalifolium no funciona como banco de proteína para suplementar pastos deficientes en nitrógeno en época seca. Más bien podría pensarse en S. capitata como banco de proteína ya que como lo demuestra este estudio tiene un nitrógeno mucho más disponible al animal. Ambas leguminosas deberán probarse experimentalmente como bancos de proteína para negar o afirmar la hipótesis planteada.

Cuadro 5. Análisis químico del D. ovalifolium ofrecido a carneros en jaula en experimento 1.

Parte de Planta	Componente		
	Taninos ^{a/}	Nitrógeno Total	Nitrógeno ^{b/} soluble
	----- % -----		
Hoja	22.8	2.0	42.5
Tallo	7.4	1.0	63.1
Entera	12.5	1.6	51.0

a/ Catequinos equivalentes método vanilina - HCl

b/ Pepsina durante 48 hrs. de incubación

Conclusiones:

La suplementación de heno maduro de A. gayanus y S. capitata no produjo un efecto significativo en el consumo de la gramínea y más bien se observó una substitución de gramínea por leguminosa en los niveles de leguminosa por encima de 10% del forraje ofrecido. Esta falta de respuesta podría en parte estar determinada por la habilidad que tuvieron los animales de seleccionar en el caso de la gramínea sola una dieta adecuada en proteína.

Las mayores diferencias encontradas en este estudio estuvieron relacionadas con la calidad de las dos leguminosas evaluadas. El consumo, digestibilidad de la materia seca, FND y nitrógeno fueron mayores en S. capitata que en D. ovalifolium. Estas diferencias se reflejaron en mayor consumo y digestibilidad de las mezclas de A. gayanus con S. capitata que con D. ovalifolium. Fue muy notoria la mayor digestibilidad aparente del nitrógeno de S. capitata que el de D. ovalifolium lo cual se relaciona con el alto contenido de taninos en esta última leguminosa. Estas diferencias en disponibilidad de nitrógeno podrían tener implicaciones prácticas en cuanto al uso de las leguminosas en sistemas de producción.

Referencias

1. CIAT 1980. Informe Anual, Programa de Pastos Tropicales (en imprenta).
2. CIAT 1981. Informe Anual, Programa de Pastos Tropicales (en revisión).
3. Minson, D.J. and Milford, R. (1967). The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola grass (Digitaria decumbens). Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 7, 546-551.
4. Siebert, B.D. and Kennedy, P.M. (1972). The utilization of spear grass (Heteropogon contortus). I Factors limiting intake and utilization by cattle and sheep. Aust. J. Agric. Res. 23:35-44.