

POSIBLE RELACION ENERGIA – PROTEINA EN RUMIANTES*

Oscar E. Penagos G.** , Gerardo Pineda Q.** , Saúl Quintero Q.***

INTRODUCCION

La explotación técnica del potencial ganadero que posee Colombia es quizá la mayor inquietud que existe actualmente en el campo de la producción animal. Técnicos y ganaderos de avanzada estudian cada vez más las relaciones que existen entre el suelo, la planta y el animal; lo cual implica conocer los suelos, aprender a utilizarlos en forma adecuada, encontrar la especie de pasto que se adapte mejor a las condiciones particulares del suelo, introducir la leguminosa que conviva mejor con la gramínea y finalmente seleccionar el tipo de animal que presente mayor grado de adaptación a las condiciones medio-ambientales de cada región, para de esta

forma tratar de mejorar la productividad ganadera.

Una nutrición defectuosa constituye el principal inhibidor de una elevada producción ganadera. Las causas que inducen a ella son varias; unas impuestas por el hombre como es la degradación de los pastizales por pastoreo irracional y otras por la naturaleza como es la distribución de la pluviosidad y el tipo de suelos.

El objetivo primordial de este trabajo es efectuar una investigación teórica en el campo de la nutrición en rumiantes, para tratar de evaluar la “Posible relación energía–proteína”.

Esta relación no se ha establecido en rumiantes con la intensidad que sí se ha realizado en otras especies utilizadas por el hombre, como es el caso de las aves. Lo anterior puede deberse al gran potencial que presenta esta especie en cuanto a conversión de alimento a carne o huevo y a su corto intervalo generacional, lo cual facilita la investigación.

- * Seminario presentado por los dos primeros autores y dirigido por el tercero en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia – Sede de Medellín.
- ** Zootecnistas, ejercicio particular.
- *** Ingo. Agrónomo, Ph.D. Profesor Emerito Universidad Nacional de Colombia – Sede de Medellín.

Muchos de los hallazgos en una especie rumiante pueden generalizarse a otras o se replican en forma idéntica, ya que entre ellas no se han encontrado diferencias fisiológicas que lo impidan (3). De otro lado, extrapolar funciones fisiológicas entre una especie menor como el ave y una mayor como el ganado es factible, debido a que pueden tener similitudes.

En esta revisión se tratará de analizar la relación energía—proteína de acuerdo al conocimiento que se tiene previamente en el ave con el fin de observar cómo se manifiesta dicha relación en el aspecto productivo del rumiante.

La importancia de estudiar y encontrar si existe una relación energía a proteína en rumiantes radica en que sería el principio fundamental para el manejo racional de la pradera, ya que los pastos tienen diferentes cantidades de energía y proteína de acuerdo a su estado y madurez; lo mismo que sería de gran ayuda para el establecimiento de las mezclas de gramíneas y leguminosas.

RELACION ENERGIA — PROTEINAS EN AVES.

Las aves comen alimento principalmente para satisfacer sus necesidades de energía; cuando ello ocurre el animal deja de comer. Debido a esto los aminoácidos, vitaminas y minerales deben estar presentes en la ración en una proporción adecuada con relación a la energía contenida en el alimento total, de tal manera que el animal reciba todos los nutrientes esenciales en cantidades suficientes para su función productiva.

La fuente de energía utilizada por las aves se deriva de los polisacáridos digestibles como el almidón, los disacáridos co-

mo la sacarosa, la maltosa y los monosacáridos como glucosa, fructosa y galactosa principalmente. La fuente de proteína se deriva de las plantas que sintetizan los aminoácidos conocidos hasta el momento, ya que los animales sólo sintetizan aproximadamente la mitad de éstos; de aquí se desprende el concepto de aminoácido esencial: "el que no puede ser sintetizado por el animal".

El método más práctico para la formulación de raciones en aves es aquel que cuantifica las necesidades de aminoácidos en gramos de cada uno de ellos por 1000 Kcal de energía metabolizable. El consumo total de alimento por ave/día variará según la concentración de la energía y la proteína en la ración total (22). Analizando las tablas 1, 2 y 3 se puede observar claramente como a medida que el contenido energético de la dieta es menor, el consumo de alimento se hace mayor y cuando el contenido de energía es mayor, el consumo de alimento disminuye; se aprecia claramente una relación entre el contenido de energía y el consumo de alimento en las aves.

Un exceso aislado de energía en la ración representa un desbalance en la relación energía—proteína (y también minerales y vitaminas) que repercute en el crecimiento normal y en el mantenimiento de las funciones vitales. Con un alto exceso de energía los animales obtienen suficiente energía mediante un consumo de alimento muy bajo y por consiguiente reducen la ingestión de proteínas por debajo de las necesidades normales para obtener un crecimiento y producción óptimos. Un ligero exceso causa síntomas no detectables, excepto la deposición suplementaria de grasa y una ligera disminución de la tasa de crecimiento (22).

TABLA 1. RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE ENERGIA DE LA DIETA Y EL CONSUMO DE ALIMENTO EN POLLOS ASADEROS DURANTE EL PERIODO DE INICIACION (0-6 SEMANAS)*

Energía metabolizable de la dieta	Consumo de alimento hasta las 6 semanas	
	Machos	Hembras
Kcal/Kg	Kg	Kg
2800	2.57	2.14
3000	2.38	2.00
3300	2.18	1.82

* Tomado de Scott *et al.* (22).

TABLA 2. RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE ENERGIA DE LA DIETA Y EL CONSUMO DE ALIMENTO EN POLLOS ASADEROS DURANTE EL PERIODO DE ACABADO (6-8 SEMANAS)*

Energía metabolizable de la dieta	Consumo de alimento (6-8 semanas)	
	Machos	Hembras
Kcal/Kg	Kg	Kg
2900	2.07	1.70
3100	1.93	1.60
3400	1.77	1.46

* Tomado de Scott *et al.* (22).

TABLA 3. NECESIDADES PROTEICAS DE POLLOS ASADEROS EN RELACION CON EL CONTENIDO DE ENERGIA DE LA RACION*

Energía Metabolizable de la ración	Necesidades de proteína	Eficiencia en la utilización del alimento
Kcal/Kg	o/o	Kg alimento/Kg pollo
	en la ración de iniciación (0-6 semanas)	
2800	21.0	2.00
3000	22.5	1.87
3200	24.0	1.75
	en la ración de acabado (6 semanas a sacrificio)	
2900	18.1	2.27
3200	20.0	2.05
3400	21.2	1.93

* Tomado de Scott *et al.* (22).

Un exceso de proteína en el alimento, aún cuando haya un equilibrio de todos los aminoácidos esenciales, dá lugar a un ligero descenso del crecimiento, una reducción en la deposición de grasa en el organismo y elevación del ácido úrico en la sangre (22).

Como se puede ver en la Tabla 3, se han encontrado valores muy precisos para la relación energía-proteína en la alimentación de aves. Sin embargo, en nuestro medio no se trabaja con tablas similares en la alimentación de cerdos y vacunos.

EVALUACION DE LOS REQUERIMIENTOS PROTEICOS Y ENERGETICOS EN RUMIANTES

Existe hoy en día evidencia considerable de que la capacidad microbial del rumen para la síntesis de proteína depende en gran parte de la cantidad de sustrato fermentable.

En un trabajo de investigación realizado por Orskov y Grubb (19) para analizar los requerimientos proteicos y la validez de los nuevos sistemas de evaluación de la

proteína, se presentan datos de suma importancia para la discusión de una "posible relación energía-proteína en rumiantes". En el tratamiento 1 se dió como alimento paja de cebada suplementada con cuatro niveles de úrea: 0, 6, 12 y 18 g/kg. En el tratamiento 2 se utilizó la misma fuente anterior con los mismos cuatro niveles de úrea, pero se trató la paja de cebada con NaOH a razón de 70 gr por kilogramo. El objetivo perseguido con el tratamiento alcalino fue aumentar la digestibilidad del forraje, con el fin de alcanzar mayores valores de energía metabolizable. 16 Corderos fueron sorteados al azar en dos grupos y dentro de cada grupo sorteados para recibir los cuatro tratamientos de acuerdo a un diseño cuadrado latino

4 x 4. El alimento se ofreció dos veces por día, garantizando un suministro constante. Los resultados se indican en la tabla 4, siendo de anotar que animales alimentados únicamente con forraje perdieron peso a razón de 77.4 gr y 34.0 gr, respectivamente para el tratamiento con paja sin tratar y tratada.

El análisis de los resultados muestra que la adición de úrea a la paja no tratada no mejoró en términos estadísticamente significativos la ingestión de materia seca, la digestibilidad de la misma ni la digestibilidad de la materia orgánica. Hubo un incremento lineal de la digestibilidad aparente del nitrógeno ($p < 0.001$). A diferencia, la adición de úrea a la paja de ce-

TABLA 4. EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE UREA SOBRE LA INGESTION Y DIGESTIBILIDAD DE PAJA DE CEBADA*

Suplementación con úrea (gr/Kg)	Ingestión de mat. seca (gr/día)	Digestib. de mat. seca (gr/Kg.)	Digestib. de la mat. org. (gr/Kg.)	Digestib. del N (gr/Kg)
<u>PAJA NO TRATADA</u>				
0	423	451	458	- 134
6	451	460	467	96
12	441	478	490	382
18	463	472	483	492
<u>PAJA TRATADA</u>				
0	355	460	423	- 645
6	402	499	480	- 83
12	531	598	589	225
18	567	636	628	415

* Tomado de Orskov y Grubb (19).

bada tratada con álcali a niveles de 12 y 18 gr/kg, mejoró significativamente ($p < 0.001$) la ingestión de materia seca y las digestibilidades de materia seca, materia orgánica y nitrógeno.

La ingestión de materia seca se incrementó para el nivel de 12 gramos comparado con el testigo en un 123%. El incremento en la ingestión voluntaria de alimento como resultado del tratamiento de NaOH a las dietas suplementadas con N fue de 211 a 301 gr/día de materia orgánica digestible (DOM); incremento equivalente a 45%.

Fernández-Carmona y Greenhalgh (12), utilizando una dieta similar a la del experimento anterior, obtuvieron un incremento en la ingestión del 94% y aumentos similares en la digestibilidad.

Los resultados anteriores ilustran claramente que si la energía de los alimentos se hace más disponible, en este caso mediante tratamiento con NaOH, esta venta-

ja puede ser completamente explotada por los microorganismos del rumen si se les proporciona las cantidades de N requeridas para ese nivel energético.

REQUERIMIENTOS ENERGETICOS Y PROTEICOS EN RUMIANTES.

Adeneye y Oyenuga (1, 2) realizaron una investigación con el fin de observar los requerimientos de energía y proteína en ovejas en el Este de Africa. La primera parte del trabajo estudia el efecto de suministrar cuatro niveles diferentes de energía en raciones isotrópicas a las cuales se les suplementaban vitaminas y minerales. Se utilizaron 12 corderos, a los que se les dió una ración básica a libre voluntad compuesta de pasto estrella (*Cynodon nlemfensis*). Los diferentes niveles de energía estudiados se suministraron con base en maíz, salvado de arroz, harina de palma y torta de nueces.

Los resultados de este primer ensayo se traen en la tabla 5, donde se puede ob-

TABLA 5. DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA Y SU EFECTO SOBRE EL CONSUMO, DIGESTIBILIDAD Y GANANCIA DE PESO EN CORDEROS*

Ración:	1	2	3	4
Nivel prot. (Kg. prot. cruda digest./ día)	0.29	0.29	0.29	0.29
Nivel energ. (Mcal de energía metab./día)	3.58	4.76	5.98	7.16
Ingestión materia seca (gr/animal/día)	596.2	677.8	665.9	662.7
Ingestión proteína cruda (gr/animal/día)	96.9	100.2	82.8	52.5
Digest. materia seca (gr/animal/día)	337.0	460.0	413.0	421.0
Ganancia de peso (gr/animal/día)	59.0	42.3	100.6	33.3

* Tomado de Adeneye y Oyenuga (1).

servar que la ingestión de materia seca aumentó cuando el nivel energético se incrementó desde 3.58 Mcal de energía metabolizable hasta 4.76, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Un mayor incremento en el nivel de energía, de 5.98 Mcal a 7.16 Mcal, produjo una disminución en la ingestión de materia seca ($p < 0.001$).

Los coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca y proteína cruda fueron superiores para la ración cuyo nivel energético era de 4.76 Mcal de energía metabolizable; niveles inferiores o superiores de energía metabolizable en la ración disminuyeron los coeficientes de digestibilidad.

La mayor ganancia de peso (100.6 gr/animal/día) se presentó con la relación de 0.29 Kg de proteína cruda digestible (PCD): 5.98 Mcal de energía metabolizable.

La reducción en la ingestión de alimento y por consiguiente de energía en la ración 4 fue probablemente debida al bajo nivel de proteína con relación al alto nivel energético. Estos datos muestran claramente que la mejor respuesta de los corderos está dada por una relación energía a proteína entre 0.29 kgs. de proteína cruda digestible a 4.76 y 5.98 Mcal de energía metabolizable. Cuando la relación energía-proteína se hace más amplia (ración 4) o más estrecha (ración 1), se afectan los coeficientes de digestibilidad y la ganancia diaria.

Varios investigadores han dado a conocer que la ingestión voluntaria de alimento y energía decreció en dietas que contienen insuficiente cantidad de proteína

(8, 11, 18, 23). La rata de digestión de las dietas bajas en proteínas en el rumen y la rata de pasaje del residuo indigestible de tales dietas se ha reportado menor que en las dietas con alto nivel de proteínas (4, 5, 6, 9, 10, 14), y por lo tanto puede ser responsable de la ingestión reducida en la ración 4.

En la segunda parte del experimento realizado por Adeneye y Oyenuga (2), se variaron los niveles de proteína en la dieta, mientras que el nivel energético permaneció constante como se observa en la tabla 6. Los resultados mostraron que la ingestión de materia seca no estuvo influenciada por los incrementos de proteína cruda digestible (PCD) desde 0.22 Kg hasta 0.36 Kg. Sin embargo, un nivel mayor de proteína (0.76 kg PCD) redujo significativamente el consumo de alimento. La mejor ganancia de peso la presentó la dieta que contenía la relación 0.36 kg de PCD a 4.76 Mcal de energía metabolizable.

Los resultados de estos dos experimentos muestran muy claramente que existe una relación óptima entre los niveles de proteína y energía en una ración para lograr máxima respuesta en corderos. Los niveles de proteína altos sin que exista concomitantemente niveles apropiados de energía, son contraproducentes y antieconómicos por cuanto no son aprovechados.

La relación energía a proteína puede estar afectada por muchos factores, entre ellos la especie y muy posiblemente la interacción animal-medio ambiente.

Investigaciones recientes dejan ver que el cebú está capacitado para aprovechar más eficientemente niveles bajos de nitró-

geno en la ración que el *Bos tauros*. Este aspecto fue estudiado por Karue, Evans y Tillman (15) con novillos cebú de la raza Boran y novillos 3/4 Hereford x 1/4 Boran. Ambos grupos recibieron heno de

baja calidad (7% de proteína cruda), suplementado con minerales y vitaminas. Los resultados de este trabajo aparecen en la tabla 7.

TABLA 6. DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA Y SU EFECTO SOBRE EL CONSUMO Y GANANCIA DE PESO EN CORDEROS*

Ración:	1	2	3	4
Nivel prot. (Kg prot. cruda digest/día)	0.22	0.29	0.36	0.74
Nivel energético (Mcal energía metab/día)	4.76	4.76	4.76	4.76
Ingestión materia seca (gr/oveja/día)	737	742	719	670
Ingestión materia seca corregida	73.6	71	77	68
Ganancia peso (gr/oveja/día)	8.0	25.3	58.6	18

* Tomado de Adeneye y Oyenuga (2).

TABLA 7. DIFERENCIAS EN LA UTILIZACION DE UN FORRAJE POR NOVILLOS BORAN Y 3/4 HEREFORD X 1/4 BORAN (HBC)*

Item	Boran	HBC
No. de animales	6	6
Peso inicial (kg)	239	240
Ingest. materia seca (gr/kg ^{0.75})	87**	71
Energía digestible (Kcal/Kg ^{0.75})	196	161
NITROGENO		
Ingerido (mgr/kg ^{0.75})	959**	767
N de la úrea (como % de N urinario)	47**	12

* Tomado de Karue *et al.* (15).

** $p < 0.01$.

Como se puede observar en la tabla 7, la ingestión de materia seca ($\text{g/Kg}^{0.75}$) fue un 23% mayor ($p < 0.01$) para el cebuino ($87 \text{ gr/kgr}^{0.75}$) que para el HBC ($71 \text{ gr/ kgr}^{0.75}$). Las pérdidas de N como N de la úrea en la orina fueron cinco veces más altas ($p < 0.01$) en el Boran que en el HBC. Se ha sugerido que la rata de paso del alimento a través del intestino puede ser diferente entre el ganado cebú y el europeo, siendo mayor en el cebú (20).

En reportes de Schmidt y Nielsen en 1958 (citados por Karue *et al.* (15)) se indica que el nivel normal de excreción de N proveniente de la úrea es un 40–50% del total de N excretado. Este nivel coincide con los valores hallados por Karue *et al.* para el cebú. Valores menores indican un mecanismo de emergencia en el reciclamiento del N, como es el caso que presentaron los novillos HBC.

Las dos características en favor del Boran sobre el cruce HBC con respecto a las dietas bajas en proteínas son:

1. La habilidad del cebú para consumir voluntariamente más alimento ($p < 0.01$) bajo en proteína; una característica necesaria para sobrevivir en pasturas fibrosas bajas en proteína.
2. Los novillos Boran consumieron un heno con 7% de proteína cruda y continuaron un metabolismo normal del N tal como lo indicó su forma de excreción de N de la úrea como % de N urinario.

La observación indicó que el cebú puede sobrevivir mejor con henos bajos en proteína que el ganado europeo.

REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA Y ENERGÍA DEL GANADO BORAN EN EL ESTE DEL AFRICA.

Suplementando heno con nueve niveles diferentes de energía y proteína, Karue (16) realizó un estudio tendiente a cuantificar las necesidades de proteína y energía para ganado cebú consumiendo forraje de un 7% de proteína y 80% de paredes celulares. Para determinar los requerimientos de proteína, utilizó la metodología recomendada por Colbur *et al.* (7). De este estudio, el autor concluyó, como se observa en la tabla 8, que el requerimiento de proteína para mantenimiento en relación a la energía fue 10.3 gr de PD por Mcal de ED; lo que corresponde a un 25% menos que lo reportado para el *Bos tauros* en zona templada.

Con relación a los requerimientos de energía para mantenimiento, ésta fue de 15.07 Mcal por día; cifra que es un 33% más alta que la reportada para el ganado de carne en la zona templada.

La razón para que el cebú requiera menos proteína y más energía para mantenimiento que el *Bos tauros* puede radicar en el hecho expresado por Karue de que el cebú está más capacitado para reciclar úrea, haciendo un mejor uso del N del alimento. Esto normalmente conlleva a un desgaste mayor de energía debido a que, como lo expresa Harper (13), se requieren tres moléculas de ATP para la síntesis de una molécula de úrea a partir de amoníaco.

Estos datos aclaran muy bien la inquietud de Elliot y Topps en 1963 (9), quienes planteaban serias dudas acerca de la utilización generalizada de las tablas de

requerimientos nutricionales determinadas para el ganado *Bos Tauros* en la zona templada.

Otro dato importante reportado por Karue en 1977 (16), es el referente a los requerimientos diarios de energía y proteína para el ganado cebú expresados en la tabla 9. Como se puede ver en ésta tabla, un novillo de 200 kg requiere para mantener su peso 116 gr de proteína di-

gestible y 8 Mcal de energía digestible; lo cual corresponde a una relación de 14.5 gr de PD por megacaloría. El mismo animal para obtener una ganancia de 0.50 kg/día, requiere 353 gr de PD y 13.1 Mcal de ED; estos datos corresponden a una relación de 26.0 gr de PD por Mcal. De esta manera se observa claramente que la relación proteína a energía se hace más amplia a medida que el animal requiere ganar mayor cantidad de peso.

TABLA 8 REQUERIMIENTO DE ENERGI Y PROTEINA DEL GANADO CEBU EN EL AFRICA*

Req. prot. a caloría para mantenimiento**	10.3 gr PD/Mcal	ED < 25 ^o /o zona templada
Req. de ED para mantenimiento	15.07 Mcal/día	> 33 ^o /o zona templada.

* Tomado de Karue (16)

** Para un novillo de 300 Kg

TABLA 9. REQUERIMIENTOS DIARIOS DE ENERGIA Y PROTEINA DEL GANADO CEBU*

Peso del animal (kg)	Prom. ganancia diaria (kg)	Prot. Digest. (gr)	Energ. Digest. (Mcal)	PD/ED (gr/Mcal)
200	0.00	116	8	14.5
	0.25	224	11	20.3
	0.50	353	13.1	26.0
300	0.00	157	11.3	13.8
	0.25	303	15.1	20.1
	0.50	477	18.2	26.2

* Tomado de Karue (16).

De igual manera, si se comparan los resultados obtenidos en la relación PD/ED para los animales de 200 kg de peso con los resultados encontrados en los animales de 300 kg, se encuentra una similitud en cuanto a la relación, de acuerdo a una misma ganancia de peso. Es el caso de un animal de 200 kg de peso, para ganar 0.50 kg/día tiene una relación de 26.0 gr de PD por Mcal y un animal de 300 kg para ganar la misma cantidad de peso tiene una relación de 26.2 gr de PD por Mcal, la cual es muy similar. Esto se debe a que los animales presentan una capacidad de desarrollo eficiente de acuerdo a la edad; entendiéndose, eso sí, que la cantidad de proteína y energía es mucho mayor en el animal que pesa 300 kg que para el que pesa 200 kg.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO ESPERADO DEL BOVINO DE CARNE SEGUN LA RELACION ENERGIA-PROTEINA DE ALGUNOS PASTOS TROPICALES

McDowell *et al* (17) han elaborado tablas sobre el contenido de proteína y energía digestibles de algunos pastos tropicales. Con base en estas tablas, los autores de este trabajo se han permitido, asumiendo consumos de forraje de 2^o/o y 2.5^o/o en base seca, determinar en la tabla 10 ingestiones de proteína, energía y su relación para un novillo de 300 kg de peso; con el objeto de comparar estos resultados con los obtenidos en el trabajo elaborado por Karue en 1977 (16) según la tabla 9.

Analizando estos datos se tiene que el pasto guinea (*Panicum maximum*) de 15 a 28 días de edad posee 7.8^o/o de PD y 2.65 Mcal de ED/kg^t. Si se asume un

consumo de 2^o/o para un animal de 300 kg de peso, se tiene que el pasto aporta 468 gr de PD y 15.6 Mcal de ED; lo cual corresponde a una relación de 30 gr de PD por Mcal. Al comparar estos resultados con los de la tabla 9 presentados por Karue (16) para el ganado Boran en el Africa, se encuentra que la cantidad de proteína suministrada por el pasto guinea, 468 gr, es similar a la requerida por el ganado Boran, 477 gr, para una ganancia de peso de 0.50 kg /día, pero la cantidad de energía de dicho pasto, 15.6 Mcal de ED, es mucho menor que la requerida por el Boran, 18.2 Mcal de Ed, para ganar el peso mencionado. Esto indica que el pasto guinea presenta un déficit de energía con respecto a la cantidad de proteína a una edad de 15 a 28 días.

Haciendo el mismo análisis cuando el pasto tiene 43–56 días de edad, se halló que la relación PD/ED es 20, la cual es más estrecha y proporciona una ganancia de peso de 250 gr/día, de acuerdo con el experimento realizado por Karue (16).

Con respecto al pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), es interesante anotar que a una edad temprana, 29–42 días, presenta 690 gr de PD y 13.86 Mcal de ED; lo cual da una relación de 49.8 gr de PD/Mcal de ED. Con la cantidad de proteína de este pasto, un bovino podría ganar (según los datos de la tabla 9) más de 0.50 kg./día. Sin embargo la cantidad de energía es muy poca (13.8 Mcal) en relación al nivel de proteína; ésto se constituye en el principal limitante para una buena ganancia de peso. Además, como se anotó en el trabajo realizado por Karue *et al.* (15), excesos de proteína en la ración disminuyen el consumo.

Al analizar el mismo pasto a una edad de 57–70 días, asumiendo un consumo de 2.50/o en base seca, se encuentra que el pasto aporta 457.5 gr de PD y 15 Mcal de ED. Con ese nivel de proteínas, el animal podría ganar alrededor de 500 gr/día (ver tabla 9), pero nuevamente el nivel de energía se constituye en el principal limitante.

Entonces, en el pasto kikuyo se observa un desbalance en la relación energía-proteína y se ve claramente que tiene un déficit relativo de energía.

En el pasto puntero (*Hyparrhenia rufa*) de 15–28 días de edad, asumiendo un consumo de 2.50/o en base seca, se halla que la cantidad de PD aportada por el

TABLA 10. CONTENIDO Y CONSUMO DE PROTEINA DIGESTIBLE Y ENERGIA DIGESTIBLE DE ALGUNOS PASTOS TROPICALES

PASTO	Edad (días)	PD* o/o	ED* (Mcal/kg)	PD ing. (gr)	ED ing. (Mcal)	PD/ED (gr/Mcal)
Guinea (<i>Panicum maximum</i>)	15–28	7.8	2.65	468**	15.6**	30
				585***	19.5***	30
	43–56	3.8	1.91	228**	11.46**	20
				285***	14.32***	20
Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	29–42	11.5	2.31	690**	13.86**	49.8
				862.5***	17.32***	49.8
	57–70	6.1	2.00	366.0**	12.00**	30.5
				457.5***	15.00***	30.5
Puntero (<i>Hyparrhenia rufa</i>)	15–28	3.8	2.46	228.0**	14.76**	15.5
				285.0***	18.45***	15.5
	43–56	3.4	2.03	204.0**	12.18**	16.7
				255.0***	15.22***	16.7
Pangola (<i>Digitaria decumbens</i>)	43–56	4.6	2.01	276.0**	12.06**	23.0
				345.0***	15.07***	23.0
	71–84	3.3	1.94	198.0**	11.64**	17.0
				247.5***	14.55***	17.0

* Tomado de McDowell *et al.* (17).

** Asumiendo un consumo de 2^o/o en base seca para un novillo de 300 kg.

*** Asumiendo un consumo de 2.5^o/o en base seca, para un novillo de 300 kg.

pasto es 285 gr y 18.45 Mcal de ED. Como se puede observar al comparar estos resultados con los obtenidos en la tabla 9, con ese nivel de energía (18.45 Mcal) el animal podría ganar cerca de 500 gr/día, pero el nivel de proteínas aportado por el pasto (285 gr) sólo le permitiría ganancias cercanas a 250 gr/día. En este caso el pasto mencionado presenta un déficit de proteína en relación a su contenido energético.

El pasto pangola (*Digitaria decumbens*) presenta resultados bastante aceptables, cuando se supone un consumo de 2.50/o, notándose una relación adecuada cuando el pasto tiene 43–56 días de edad; dicha relación sería suficiente para una ganancia entre 0.25–0.50 kg. por animal/día.

En términos muy generales la tabla 10 muestra cómo los pastos analizados presentan contenidos de energía y proteína que no permiten ganancias de peso altas, siendo los niveles de energía más limitantes que la proteína. Lo anterior puede generalizarse para muchos otros pastos tropicales.

CONCLUSIONES

1. Los rumiantes requieren energía y proteína en cantidades relacionadas, lo cual debe servir de base para alimentar el ganado.
2. El cebú requiere menor cantidad de proteína para mantenimiento debido a su mayor capacidad para reciclar el N, a la vez que sus requerimientos energéticos son mayores con respecto al *Bos tauros*.

3. Suplementar con altas cantidades de proteína cuando no hay suficiente energía es ineficaz, costoso y contraproducente.
4. Los principales problemas que afronta la ganadería en términos nutricionales son:
 - a. La falta de investigación tendiente a determinar el tipo de forraje que proporcione mayor cantidad de proteína y energía digeribles por unidad de área.
 - b. Control y aprovechamiento del recurso agua para lograr máxima producción de energía y proteína digeribles.
 - c. Desconocimiento de las mezclas de gramíneas y leguminosas que producen mayor cantidad y relación adecuada de energía y proteína por unidad de área.
5. Finalmente los autores se preguntan cómo pueden comportarse en el trópico los cruces entre *Bos tauros* y *Bos indicus*, sometidos a un medio en el que el cebuino no dispone de cantidades adecuadas de energía y se introducen animales genéticamente más exigentes en Proteína Digestible.

SUMMARY

On the basis of demonstrated avian energy-protein (E:P) relationship, a theoretical study was conducted to determine as a result of consideration of scientific literature, the E:P relationship in the performance of ruminants.

The importance of an optimum relationship between energy and protein levels in the ration for sheep and beef cattle (*Bos indicus*) is the final conclusion of this study.

Data from world literature lead us to affirm that the digestible protein (DP) required for maintenance of *Bos indicus* cattle for each Mcal of digestible energy (DE) is approximately 25% lower than

that required for *Bos taurus* cattle which has a daily DE about 33% higher.

According to foodstuff composition tables, it is concluded that *Penisetum clandestinum* has a DE: DP inadequate relationship with energetic deficit; *Hyparrhenia rufa* has an inadequate DP as far as energy is concerned and *Digitaria decumbens* has a adequate relationship.

BIBLIOGRAFIA

1. Adeneye, J. A. and V. A. Oyenuga (1976). Energy and protein requirements of West African Dwarf sheep. 1. Effects of feeding for levels of dietary energy to sheep. East African Agric. Forest. J. 42: 89-97.
2. Adeneye, J. A. and V. A. Oyenuga (1976). Energy and protein requirements of West African Dwarf sheep. 2. Increasing the levels of dietary protein to sheep. East African Agric. Forest. J. 42: 98-106.
3. Annison, E. F. y D. Lewis (1966). El metabolismo en el rumen. Uteha, Mexico.
4. Blaxter, K. L., F. W. Wainman and R.S. Wilson (1961). The regulation of food intake by sheep. Anim. Prod. 3: 51-61.
5. Blaxter, K. L. and R. S. Wilson (1962). The voluntary intake of roughages by steers. Anim. Prod. 4: 351-358.
6. Blaxter, K. L. and R. S. Wilson (1963). The assessment of a crop husbandry technique in terms of animal production. Anim. Prod. 5: 27-42.
7. Colburn, M.V., J. L. Evans and C. H. Ramage (1968). Apparent and true digestibility of forage nutrients by ruminants animals. J. Dairy Sci. 51: 1450.
8. Crampton, E. W. (1957). Interrelations between digestible nutrients and energy content, voluntary dry matter intake and the overall feeding value of forages. J. Anim. Sci. 16: 546-552.
9. Elliot, R.C. and J. H. Topps (1963). Studies on protein requirements of ruminants. 1. Nitrogen balance trials on two breeds of African cattle give diets adequate in energy and low in protein. British J. Nutr. 17: 539-547.
10. Elliot, R.C. and J.H. Topps (1964). Studies on the protein requirements of ruminants. 3. Nitrogen balance trials in black - headed Persian sheep given diets of different energy and protein content. Brit. J. Nutr. 18: 245-252.
11. Elliot, R.C. (1967). Voluntary intake of low protein diets by ruminants. 1. Intake of food by cattle. J. Agric. Sci. Camb. 69: 375-382.
12. Fernández - Carmona, J. and J. F. D. Greenhalgh (1972). The digestibility and acceptability to sheep of chopped or milled barley straw soaked or sprayed with alkali. J. Agric. Sci. Camb. 78: 477-485.
13. Harper, H. (1969). Review of Physiological Chemistry. Large Medical Publication, California, 12 ed. 564 p.
14. Kay, M., H. B. Bowers and G. McKiddie (1968). The protein requirement of rapidly growing steers. Anim. Prod. 10: 37-42.

15. Karue, C.N., J. L. Evans and A. D. Tillman (1972). Metabolism of nitrogen in Boran and in Hereford-Boran crossbred steers. *J. Anim. Sci.* 35: 1025.
16. Karue, C. N. (1977). The protein and energy requirements of the east Boran cattle. *East African Agric. Forest. J.* 42: 322-327.
17. McDowell, L.R., J.H. Conrad, J. E. Thomas and I.L. Harris. (1974). *Latin American Tables of Feed Composition*. University of Florida (USA).
18. Moir, R. J. and L. H. Harris (1962). Rumiand flora studies in the sheep. X. Influence of nitrogen intake upon ruminal function. *J. Nutrition*, 77: 285-298.
19. Orskov, E. R. and D. A. Grubb (1978). Validation of new systems for protein evaluation in ruminants by testing the effect of urea supplementation on intake and digestibility of straw with or without sodium hydroxide treatment. *J. Agric. Sci. Camb.* 91: 483-486.
20. Phillips, G. D., R. E. Hungate, A. McGregor and D.P. Hungate (1960). Experiments on rumen retention time, fermentation rate and dry matter digestibility in Zebu and European type cattle on a grass hay ration. *J. Agric. Sci. Camb.* 54: 417.
21. Pinzón C., H. y A. Gómez (1978). Aumento de la digestibilidad de forrajes. Seminario, Facultad de Agronomía. Medellín.
22. Scott, M., C. Maldem, C. Nesheim y R. J. Young (1973). *Alimentación de las aves*. Barcelona, Gea, 507 p.
23. Weston, R. H. (1971). Factors limiting the feed intake of sheep. V. Feed intake and the productive performance of ruminant lamb in relation to the quality of crude protein digested in the intestines. *Austr. J. Agric. Res.* 22: 307-320.



"LAVETA"
LABORATORIO DE DIAGNOSTICO
VETERINARIO

Patología Aviar, Patología de Cerdos, Control Microbiológico de aguas
y alimentos, Certificados de Brucelosis y Anemia Infecciosa Equina
Todo tipo de Análisis de Laboratorio

CONSULTA – VACUNACION

Bacteriología y Profesionales Especialistas

Carrera 53 No. 62-36 – Tel. 44 09 96



COLEGIO DE MEDICOS VETERINARIOS Y DE
ZOOTECNISTAS DE ANTIOQUIA

DIRECCION:

APARTADO AEREO 5040

MEDELLIN, COLOMBIA