

DIGESTIBILIDAD DEL PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*) BAJO UN SISTEMA DE LABRANZA MINIMA Y FERTILIZACION ORGANICA Y/O MINERAL.

Edmundo Apráez G.¹

Edison Escobar O.²

Alfonso Lopez I.²

RESUMEN

El experimento se realizó en las instalaciones de la Universidad de Nariño sede Torobajo con una temperatura promedio de 14°C, una altitud de 2540 msnm, precipitación anual de 800 mm y una humedad relativa del 80%. Para la prueba de digestibilidad se utilizaron 24 cuyes machos con un peso promedio de 800g los cuales fueron distribuidos al azar en cuatro tratamientos con seis replicas cada uno, de la siguiente manera: T0: kikuyo no fertilizado, T1: kikuyo con 100% fertilización orgánica, T2: kikuyo con 50% fertilización orgánica y 50% fertilización mineral, T3: kikuyo 100% fertilización mineral. Las mejores digestibilidades ($P < 0.01$) de las diferentes fracciones: MS (75,89 y 79,16 %), Proteína: (84,95 y 88,62%), Fibra Bruta: (74,07 y 75,50%), FDN: (73,32 y 76,75%) y FDA: (75,45 y 77,48%), al igual que los NDT (68,14 y 71,55%) fueron para los grupos T2 y T3 respectivamente, lo cual se atribuyó al mejor equilibrio de los nutrientes de estos forrajes, corroborando la potencialidad alimentaria y propiedades nutricias del pasto kikuyo en la dieta de los cuyes.

Palabras clave: Cuy, Digestibilidad, Kikuyo.

ABSTRACT

The experiment was conducted at Nariño University in Torobajo Seat. The experimental site was at an altitude of 2540 m above sea level, with an average temperature of 14°C, annual precipitation of 800 mm and relative humidity of 80%. In the digestibility trial 24 male Guinea pigs were used with average weight of 800g, that were randomly allotted to the four treatments with six repetitions each in the following form: T0: Kikuyo with no fertilizer, T1: kikuyo with 100% organic fertilizer, T2: kikuyo with 50% organic fertilizer and 50% mineral fertilizer and T3: kikuyo with 100% mineral fertilizer. The bests digestibilities ($P < 0.01$) of the nutriments: MS (75,89 and 79,16 %), Protein (84,95 and 88,62%), Crude fiber (74,07 and 75,50%), FDN (73,32 and 76,75%) and FDA (75,45 and 77,48%) as the NDT (68,14 and 71,55%) were nourishment; showed by T2 and T3 respectively, attributed to the best balance of nourishment ratifying the potentiality and nutritious properties of kikuyo grasi in the feeding of Guinea pigs.

Keywords: Digestibility, Guinea Pig, Kikuyo Grass.

¹ Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. E-mail: eapraezg@yahoo.com

² Zootecnistas PLANTE.

INTRODUCCION

En Colombia y en los países denominados del tercer mundo, lo urgente siempre ha primado sobre lo importante y es que el hambre no da espera y por ello los profesionales, técnicos y demás conocedores del agro, han buscado en modelos externos las soluciones rápidas a sus carencias. Muchos de ellos funcionaron bien y se posesionaron entre los campesinos, a tal punto que estos abandonaron sus esquemas tradicionales de producción para adoptar los novedosos y promisorios modelos extranjeros.

Hoy, el tiempo va dando la razón a aquellos que defendieron la bondad de los esquemas tradicionales y la generosidad de los recursos propios que por siglos permitieron mantener un equilibrio ecológico, que hoy anda perturbado por el “boom” de la innovación o modernización.

En este caso, se hace referencia al arado de chuzo tirado por bueyes, a la fertilización orgánica y a gramíneas como el kikuyo; todos quedaron obsoletos a raíz de la introducción de maquinaria agrícola, los fertilizantes minerales y los raygrases; pero ahora se está recapacitando en todo aquello que sigue siendo bueno y sobre todo, si consulta las necesidades y posibilidades de los productos de la región.

Bajo las anteriores consideraciones este trabajo se propuso evaluar el pasto kikuyo bajo un sistema de rehabilitación de praderas que implica labranza mínima, fertilización orgánica y/o mineral y su recuperación en la digestibilidad *In vivo* en cuyes (*Cavia porcellus*).

METODOLOGIA

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad de Nariño sede Torobajo con una temperatura promedio de 14°C, altitud de 2540 msnm, precipitación anual de 800 mm y una humedad relativa del 80% (IDEAM, 2001).

Sobre una pradera de kikuyo con área de 3800 m², se hizo laboreo mínimo y fertilización orgánica y/o mineral con el propósito de obtener el forraje, que se evaluó mediante una prueba de digestibilidad *In vivo* aparente en cuyes adultos.

Se emplearon 24 animales adultos con peso promedio de 850 g, los cuales se sometieron a un período de 10 días de acostumbramiento tanto a las jaulas metabólicas como al consumo de forraje.

Concluida la etapa de adaptación, los animales se pesaron, se ofreció a diario la cantidad de alimento correspondiente, además se recolectó las heces individualmente por espacio de 10 días y fueron llevadas a laboratorio con el fin de calcular el consumo voluntario real de materia seca, proteína, fibra cruda, ELN, extracto etéreo, FDN, FDA, hemicelulosa y energía, de acuerdo a las técnicas propuestas por Apráez (1994).

Se aplicó un diseño irrestrictamente al azar (DIA), con cuatro tratamientos y seis replicas por tratamiento, para un total de 24 unidades experimentales. Se realizó el Análisis de Varianza y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

Se evaluaron los siguientes tratamientos:

T0: kikuyo no fertilizado.

T1: Kikuyo con 100% fertilización orgánica.

T2: Kikuyo con 50% fertilización orgánica y 50% fertilización mineral.

T3: Kikuyo 100% fertilización mineral.

Variables evaluadas. Consumo de alimento, variación en peso y coeficiente de digestibilidad, principios digestibles, nutrientes digestibles totales y razón nutritiva siguiendo la metodología de Maynard (1981).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1, se resumen los resultados de todas las variables evaluadas en este experimento, con su respectivo nivel de significancia y error estándar.

Consumo de alimento (CA). El mayor CA ($P < 0,01$) lo presentó el tratamiento 0 (91,01 g/día) y el menor fue para el tratamiento 3 (62,82 g/día). Los tratamientos 1 (72,33 g/día) y 2 (75,04 g/día) no revelaron diferencias estadísticas.

El CA presentado por el testigo puede deberse entre otras causas al bajo contenido energético (2,59 Mcal ED/kg.) del forraje suministrado a este grupo y por ello los animales se vieron obligados a consumir mayor cantidad para cubrir sus requerimientos (Cheekee, 1995 y Caycedo, 2000). Por otra parte, el bajo contenido proteico de T0 también pudo incidir en un mayor CA (Maynard, 1981).

Al observar los resultados del análisis químico de los forrajes es posible afirmar que el contenido de fibra no fue un factor limitante en el CA, a pesar de que Church (1998) menciona que el alto contenido de fibra en las plantas lo reduce. Quizá el nivel de materia seca tuvo mayor influencia sobre este parámetro ya que como se observa en la composición bromatológica de los forrajes en los tratamientos 0 y 1 la concentración de esta fracción fue mayor.

Digestibilidad de la materia seca (CD MS). El mejor valor para esta variable ($P < 0,01$) lo presentaron los tratamientos 3 (79,16%) y 2 (75,89%) seguidos por el tratamiento 1 (67,47 %) y 0 (66,85 %).

Los mayores CD MS encontrados en los tratamientos T3 y T2 obedecen posiblemente a que los componentes proteicos y energéticos de dichos forrajes son los que mas se acercan a los requerimientos de cuy, de acuerdo a los datos publicados por Caycedo (2000) y a que dietas balanceadas precisan mayor aprovechamiento en el tracto gastrointestinal (Maynard, 1979).

Además como se observó en la variable anterior, los tratamientos de mayor consumo presentan las digestibilidades más bajas, afectados por velocidad de paso y disminución nutrientes (Church, 1996).

Otro factor que pudo afectar la digestibilidad de esta fracción en el grupo testigo fue la edad de corte ya que según lo afirmado por Church (1996), a mayor edad de corte aumenta la pared y disminuye el contenido celular, volviéndose menos digestible. También los bajos contenidos proteico y energético de este forraje pudieron ser decisivos en su aprovechamiento (Bondi, 1988).

Digestibilidad de la proteína (CD PROT). Las digestibilidades más altas ($P < 0,01$) se dieron en T3 (88,62%) y T2 (84,95) y los valores más bajos los registraron los grupos 0 (75,28%) y 1 (75,58%).

Tabla 1. Digestibilidad del pasto kikuyo en cuyes (%)

TRAT	CONS	CDMS	CD	CDFB	CDEE	CDFDN	CDFDA	CDHEM	CD ELN	NDT	RN	COM
	ALIM (g)		PROT									PESO (g)
0	911,12 ^a (± 14,80)	66,85 ^b (± 1,22)	75,28 ^c (± 0,90)	59,16 ^b (± 1,50)	45,83 ^c (± 1,98)	68,66 ^b (± 1,15)	63,45 ^b (± 1,34)	73,36 ^{ba} (± 0,98)	71,09 ^{ba} (± 1,06)	60,6 ^b (± 3,44)	4,42 ^a (± 0,26)	21,08 ^b (± 11,75)
1	723,39 ^b (± 9,39)	67,47 ^b (± 3,09)	75,58 ^c (± 2,13)	54,64 ^b (± 3,36)	54,04 ^{bc} (± 4,37)	69,06 ^b (± 2,94)	66,04 ^b (± 3,22)	72,66 ^b (± 2,60)	66,36 ^b (± 3,2)	62,28 ^b (± 2,50)	3,69 ^b (± 0,16)	43,8 ^{ab} (± 6,40)
2	750,45 ^b (± 31,79)	75,89 ^a (± 4,39)	84,95 ^b (± 2,74)	74,07 ^a (± 4,72)	52,66 ^{ba} (± 6,81)	73,32 ^a (± 4,13)	75,45 ^a (± 4,47)	79,17 ^a (± 3,79)	73,12 ^a (± 4,89)	68,14 ^a (± 4,27)	3,33 ^b (± 0,12)	39,8 ^{ab} (± 19,63)
3	628,42 ^c (± 17,59)	79,16 ^a (± 4,93)	88,62 ^a (± 2,69)	75,50 ^a (± 5,79)	68,71 ^a (± 7,40)	76,75 ^a (± 5,52)	77,48 ^a (± 5,32)	75,87 ^{ba} (± 5,77)	75,94 ^a (± 5,69)	71,55 ^a (± 4,76)	2,64 ^c (± 0,12)	57,2 ^a (± 20,72)

^{abc} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas (P < 0,05).

Los datos obtenidos en T2 y T3 pudieran deberse a los altos contenidos de este nutriente en los forrajes de acuerdo con lo afirmado por Mac Donald *et al* (1995) quienes expresan que la digestibilidad de la proteína es razón directa del contenido de esta en el alimento. Esto se basa en que el N metabólico fecal representa una cantidad constante, independientemente del N de origen alimenticio.

Así mismo, Aliaga (1979) menciona que la alta digestibilidad de la proteína posiblemente se deba a la capacidad de digestión del animal, que puede llegar a superar a los rumiantes. La composición química del alimento y en especial su relación proteína y energía en los tratamientos 2 y 3 pudo haber favorecido su digestión ya que el balance entre la fracción nitrogenada y glúcida es decisiva (Maynard, 1981).

Los mayores valores de digestibilidad de este principio nutritivo también pudieron obedecer a la fermentación cecal y subsiguiente cecotrofia ya que esta es una estrategia digestiva que extrae la proteína de los forrajes con alta eficiencia (Cheekee, 1995).

Por los resultados observados se puede decir que el contenido de fibra de los forrajes tampoco afectó el CD de Proteína, coincidiendo con Cheekee (1995), quien afirma que en herbívoros como el conejo los altos niveles de fibra en la ración no afectan negativamente a la digestibilidad de la proteína bruta, por el consumo de heces blandas que ellos hacen y que en este caso se habría dado en los cuyes bajo experimentación.

Digestibilidad de extracto etéreo (CD EE). El mayor resultado (P < 0,01) fue para T3 (68,71%) y el menor lo presentó el tratamiento 0 (46,83%). Los tratamientos 1 (54,04%) y 2 (52,65%) no mostraron diferencias estadísticas significativas.

El bajo **CD EE** encontrado en el grupo testigo se podría explicar por la presencia de ceras o esteroides que tienden a disminuir la absorción de las grasas. Según Church (1996), éstas pueden estar haciendo parte del extracto etéreo afectando el contenido y aprovechamiento de lípidos que proporcionan energía para el animal. Además Aliaga (1979) mencionan que las ceras y esteroides no son utilizadas por el cuy.

Digestibilidad de fibra bruta (CD FB). Los tratamientos 2 (74,07%) y 3 (75,50%) presentan el mejor comportamiento (P < 0,01) y los de menor valor fueron T0 (59,16%) y T1 (54,64%).

Los valores más bajos en los tratamientos 0 y 1 se pueden atribuir al bajo contenido de energía y proteína de estos forrajes que afectaron la digestibilidad de esta fracción. Al respecto Maynard (1981) menciona que los alimentos con bajo contenido proteico y energético limitan el desdoblamiento microbiano de la fibra.

Otro factor que quizá influyó en la degradación de este principio nutritivo en los tratamientos 0 y 1 fue su mayor consumo de alimento, el cual aumentó la velocidad de paso y por tanto el alimento permaneció menos tiempo en el tracto gastrointestinal. Al respecto Mac Donald *et al* (1995) asevera que las reducciones en la digestibilidad debidas al aumento en el ritmo de paso son mayores para los componentes de digestión mas lenta es decir los componentes de la pared celular.

Adicionalmente en T1, el bajo valor de digestibilidad pudo obedecer a la presencia de un mayor contenido de carbohidratos estructurales de menor degradabilidad ya que su contenido de FDA así permite suponerlo, esto es corroborado por Maynard (1981) al mencionar que el contenido de lignina no solo es indigestible por si misma sino que disminuye la digestibilidad de la celulosa y de otros carbohidratos complejos.

Digestibilidad de la fibra detergente neutro (CD FDN). Los tratamientos 2 (77,32%) y 3 (76,65%) presentaron los más altos valores ($P < 0,01$) para esta variable; a diferencia de los T0 (68,66%) y T1 (69,06%) que registraron coeficientes mas bajos.

Como se anotó en la anterior variable, los menores valores encontrados en los tratamientos 0 y 1 se explican por su menor contenido proteico y energético y una amplia relación entre ellos (4,09 y 3,59) los cuales incidieron en una baja digestión de esta fracción; al respecto Mac Donald *et al* (1995) menciona que una deficiencia de nitrógeno limita el crecimiento microbiano y como consecuencia, se reduce la digestibilidad de la fibra.

Digestibilidad de fibra detergente ácida (CD FDA). Se observó que los tratamientos 2 (75,45%) y 3 (77,43%) presentaron el mejor comportamiento ($P < 0,01$). El menor valor en T0 (63,45%), esta relacionado presumiblemente con la mayor edad del forraje la cual como se sabe incrementa los carbohidratos estructurales y disminuye el contenido de nitrógeno y energía Mac Donald *et al* (1995). Así mismo Cheeke (1995) afirma que al progresar la madurez el porcentaje de lignina aumenta lo que determina un descenso en la digestibilidad de la fibra.

Para el caso del T1 su menor CD FDA (66,04%), pudo obedecer a un mayor contenido de lignina por el mayor nivel de FDA de este forraje; al respecto Karp (1988) asevera que uno de los factores que afecta la digestibilidad de los vegetales es la presencia de lignina en su estructura.

Según Bondi (1988), la lignina forma el artefacto ligno-celulosico a través de grupos funcionales hidroxilo y carboxilo los cuales dan origen a tres tipos de enlaces: los que se rompen mediante reducción, los que se rompen bajo la acción de álcalis y los resistentes a los álcalis. Posiblemente existió una alta participación de estos últimos en la fibra del T1 que le confirieron una baja digestibilidad.

Digestibilidad de la hemicelulosa (CD H). Al comparar los tratamientos 2 (79,17%), 3 (75,87%) con respecto a T1 (72,66%) presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$). Los tratamientos 0 (73,36%) y 1 (72,66%) fueron similares.

Los anteriores datos confirman las ideas expuestas en lo referente a FDN y FDA observando que la hemicelulosa presenta valores de digestibilidad relacionados con éstas fracciones, por tanto la baja digestibilidad detectada en los tratamientos 0 y 1 obedeció a un desbalance entre energía y proteína de estas dietas; al respecto Orskov (1988) menciona que la falta de sincronización en la disponibilidad de nitrógeno y energía es el factor responsable de los bajos rendimientos microbianos y por ende la fermentación de los carbohidratos estructurales.

Digestibilidad del extracto libre de nitrógeno (CD ELN). Se determinó que los tratamientos 2 (73,12%) y 3 (75,94%) presentan los más altos coeficientes de digestibilidad ($P < 0,01$) y el menor valor fue para el tratamiento 1 (66,36%).

No es fácil explicar las diferentes variaciones presentadas en esta fracción, ya que como menciona Van Soest (1996) la cantidad de ELN posee el error acumulativo de las otras fracciones, gran parte de este error se debe a la solubilización y pérdida de lignina y hemicelulosa en la determinación de fibra cruda.

El menor valor observado en T1 se debió presumiblemente al mayor contenido de FDA de este forraje y con ella una mayor presencia de lignina, celulosa y hemicelulosa que pudieron interferir en la digestión de los carbohidratos solubles (Maynard, 1981).

Por otro lado, Van Soest (1996) sostiene que al incluir la fracción de pared celular en el análisis causa una aparente digestibilidad del ELN que es menor al de fibra cruda, la presencia de una prominente fracción metabólica en el ELN fecal contribuye grandemente a este efecto; el error es grande en gramíneas las cuales contienen más hemicelulosa y lignina solubles.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que el coeficiente de digestibilidad para esta variable son buenos; corroborando lo afirmado por Slade y Hins (1969) citados por Burgos y Luna (1984) quienes afirman que los cuyes son muy eficientes en la digestión del extracto libre de nitrógeno.

Nutrientes digestibles totales (NDT). Los mayores valores ($P < 0,01$) los presentaron los tratamientos 3 (71,55%) y 2 (68,14%) seguidos por los tratamientos 1 (62,28%) y 0 (60,60%).

Los valores superiores de los tratamientos 3 y 2 corresponden probablemente a un mejor equilibrio de los nutrientes que permitieron al animal aprovecharlos eficientemente; ya que como se observa en la Tabla 2, su composición química y digestibilidad fueron siempre superiores a T0 y T1. En este sentido Cheekee (1995) menciona que la determinación de los NDT se basa en la supuesta equivalencia de los carbohidratos, proteínas y grasas como fuente de energía; además menciona que solo los nutrientes absorbidos pueden producir energía.

Se puede afirmar que los tratamientos 2 y 3 cumplen con los requerimientos energéticos del cuy en las fases de levante y engorde que deben ser de 65 a 70 %, NRC citado por Correa (1986), Chauca (1997), Aliaga (1979) y Caycedo (2000).

Razón nutritiva (RN). Los tratamientos 1 (3,69) y 2 (3,33) se comportaron de una manera similar ($P < 0,01$), al comparar el tratamiento 3 (2,64) con los demás tratamientos se detectaron diferencias estadísticas significativas.

Como se puede observar, la menor RN de T3, concuerda con los contenidos mas altos de proteína obtenidos en el análisis químico; contrario al presentado en el tratamiento 0 que tiene la relación mas amplia y por tanto se lo puede considerar un forraje que posee menor proporción de proteína con relación a los demás nutrientes digeridos afectando la digestibilidad de muchos de ellos.

A propósito Maynard (1981) menciona que conforme la relación se hace mas amplia la digestibilidad de todos los nutrientes tiende a ser menor. Además afirma que la digestibilidad puede quedar limitada por la falta de tiempo para la acción digestiva completa sobre las sustancias menos digeribles o por no ser completa su absorción.

Tabla 2. Composición química de los forrajes evaluados (%).

FRACCION DETERMINADA	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
Humedad	78,45	83,07	82,12	85,11
Materia seca	21,55	16,93	17,88	14,89
Ceniza	11,22	11,43	12,12	13,36
Extracto etéreo	2,46	3,44	2,15	3,89
Proteína	14,79	17,27	18,45	22,12
Fibra cruda	29,31	28,40	27,33	31,20
FDN	67,40	42,12	66,80	61,18
FDA	31,98	36,82	33,19	29,80
Hemicelulosa	35,42	28,34	33,61	31,38
ELN	43,22	39,47	39,95	29,43
Energía digestible Mcal/Kg	2,65	2,72	2,98	3,13

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal. Universidad de Nariño.

Tabla 3. Composición química de las heces (%).

FRACCION DETERMINADA	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
Humedad	64,67	59,90	68,17	55,94
Materia seca	35,33	40,11	31,83	44,06
Ceniza	11,15	11,55	11,20	11,43
Extracto etéreo	4,02	4,86	3,34	5,84
Proteína	11,03	11,90	11,52	12,08
Fibra cruda	36,11	30,87	29,39	36,68
FDN	63,72	59,12	62,84	68,53
FDA	35,26	35,30	33,80	32,20
Hemicelulosa	28,46	23,82	29,04	36,33
ELN	37,69	40,82	44,55	33,97

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal. Universidad de Nariño.

CONCLUSIONES

La rehabilitación de praderas a través de actividades de labranza reducida y fertilización orgánica y/o mineral incrementa la producción de biomasa y calidad nutritiva del pasto kikuyo.

Los tratamientos 2 y 3 presentaron los mejores coeficientes de digestibilidad de las fracciones: materia seca, proteína, extracto etéreo, ELN, fibra bruta, FDN, FDA; atribuible a la mejor calidad de estos forrajes.

La degradabilidad encontrada para las fracciones de fibra, corrobora la habilidad de esta especie para aprovechar los carbohidratos estructurales de los forrajes

Los valores de NDT para los tratamientos T3 (71,55%) y T2 (68,14%), son adecuados para cuyes en las fases de levante y engorde.

La razón nutritiva mas amplia la reporto el T0 (4,42), como producto de la baja proporción de proteína con relación a los demás nutrientes, seguramente afectó la digestibilidad de ellos.

BIBLIOGRAFIA

ALIAGA, L. Producción de cuyes. Perú, Huancayo, UNCP. Universidad Nacional del centro del Perú, 1979, 92 p.

APRAEZ, E. El análisis químico de alimentos. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 1994. 167 p.

BONDI, A. Nutrición animal. Zaragoza. España, Acribia, 1988. 564 p.

BURGOS, A. y LUNA, J. Digestibilidad aparente de los pastos Tetralite y Aubade en cuyes tipo carne. Tesis de Zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia 1984. 93 p.

CAYCEDO, A. Experiencias Investigativas en la producción de cuyes. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Vicerrectoria de Investigaciones Posgrados y Relaciones Internacionales, 2000. 323 p.

CHAUCA, L. Sistemas de producción de cuyes. En: crianza de cuyes. serie didáctica. INIA. Lima Perú. 1994. 86 p.

_____. Producción de cuyes. FAO. INIA. Lima. Perú. 1997. 20 P.

CHEEKE, P. Alimentación y Nutrición del conejo. Zaragoza, España, Acribia, 1995. 429 p.

CORREA, R. La crianza del cuy: Manual técnico. Pasto, Colombia, ICA, 1986. 46 p.

CHURCH, C. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición. México, Acribia. 1996. 456 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Datos meteorológicos. Pasto, 2001, sp.

KARP, Gerald. Biología celular. 2ª ed. México, Mcgraw Hill, 1988, 970 p.

Mc. DONALD, et al. Nutrición Animal. Zaragoza, España, Acribia, 1995. 576 p.

MAYNARD, L. Nutrición Animal. México, Mac Graw Hill. 1981. 640 p.

OSKORV, O. Nutrición proteica de los rumiantes. España, Acribia, 1982, 176 p.

SAS. User's Guide Version 6. Fourth edition. North Carolina. SAS Institute Inc. Cary. 1990.

VAN SOEST, P. Nutritional ecology of the rumiant. New York, Cornell University Press, 1994. 476 p.