

## DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES EN CUYES *Cavia porcellus* MEDIANTE LA TÉCNICA *In situ*

Elizabeth Lagos Burbano<sup>1</sup>  
Andrea Velasco Bolaños<sup>1</sup>  
Edmundo Apráez G.<sup>2</sup>

### RESUMEN

Con el propósito de evaluar mediante la técnica *In situ* en cuyes (*Cavia porcellus*) la digestibilidad de los forrajes de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Aubade (*Lolium sp*), y Alfalfa (*Medicago sativa*) se utilizaron 5 animales adultos fistulados a nivel de ciego. Para esta prueba se empleó un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones y dos factores: tiempo de incubación y forraje, el tiempo de incubación fue utilizado como criterio de bloqueo. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

Los resultados obtenidos mostraron que al tiempo máximo de incubación (48 horas) los coeficientes de digestibilidad fueron mayores ( $P < 0.01$ ) para el pasto aubade así: materia seca (74.59%), FDN (70.26%), FDA (57.89%), celulosa (46.44%), hemicelulosa (80.32%). Los menores coeficientes se observaron en kikuyo a excepción de FDN y celulosa, con valores para materia seca de 49%, FDN 44.61%, FDA 33.28%, celulosa 39.76%, hemicelulosa 49.87%, lignina 36.88%. La alfalfa presentó valores intermedios a los anteriores así: materia seca de: 67.78%, FDA 34.43%, hemicelulosa 72.82% y los coeficientes más bajos para las fracciones FDN (38.08%), celulosa (31.78%).

<sup>1</sup> Profesora hora cátedra. Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño

<sup>1</sup> Zootecnista, Universidad de Nariño

<sup>2</sup> Profesor tiempo completo. Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño

Las mayores digestibilidades observadas en los pastos aubade y alfalfa posiblemente obedecieron a que los perfiles nutricionales de estos forrajes presentan un mejor balance y por ende una mayor disponibilidad de nutrientes para la microbiota alojada en el ciego de esta especie. Adicionalmente se comprobó que a pesar de las dificultades quirúrgicas que reviste la técnica *In situ* posibilita su utilización para valorar la desaparición de nutrientes en el ciego de esta especie.

**Palabras clave:** Digestibilidad, *In situ*, fistulación.

### ABSTRACT

In order to evaluate by means of the technique *In situ* in cuyes (*Cavia porcellus*) the digestibility of forages of Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Aubade (*Lolium sp.*), and Alfalfa (*Medicago sativa*) were used 5 cannulated adult animals at caecal level. For this test a design of blocks with five repetitions and two factors was used at random: time of incubation and forage, the time of incubation was used as criterion of blockade. The collected data were process by means of the statistical package SAS (Statistic Analysis System). The obtained results showed that to the maximum time of incubation (48 hours) the digestibility coefficients were greater ( $P < 0.01$ ) for the grass aubade thus: dry matter (74,59%), FDN (70,26%), FDA (57,89%), cellulose (46,44%), hemicellulose (80,32%). The smaller coefficients were observed in kikuyo with the exception of FDN and cellulose, with values for dry matter of 49%, FDN 44,61%, FDA 33,28%, cellulose 39,76%, hemicellulose 49,87%, lignin 36,88%. The alfalfa showed intermediate values to the previous ones thus: dry matter of: 67,78%, lowest FDA 34,43%, hemicellulose the 72,82% and coefficients for fractions FDN (38,08%), cellulose (31,78%). The greater digestibilities observed in the aubade grass and alfalfa possibly obeyed to that the nutritive profiles of these forages show a better balance and therefore a greater availability of nutrients for microorganism lodged in the caecal sac. Additionally it was verified that in spite of the surgical difficulties that the technique *In situ* has it makes possible his use to value the disappearance of nutrients in the caecum of this species.

**Key words:** Digestibility, *In situ*, Cannulated, Guinea pig.

## INTRODUCCION

La técnica de la digestibilidad *In vivo* aparente, que han utilizado la mayoría de investigadores para valorar los alimentos ofrecidos, si bien ha arrojado resultados satisfactorios, no ha permitido dilucidar el aporte a la degradación que hacen los microorganismos alojados en el ciego del cuy y por ende hasta ahora se desconocía su contribución a la digestión total, a sabiendas de su importante papel en la degradación de los componentes de la fibra. Bajo las anteriores consideraciones, esta investigación se constituye en el primer trabajo que utilizando la técnica de fistulación cecal pretendió establecer el nivel de degradación que sufren los alimentos en el ciego y con él, la potencialidad de los microorganismos, para utilizar los nutrientes de los alimentos, en especial los carbohidratos estructurales.

## MATERIALES Y METODOS

**Localización.** El trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad de Nariño, Torobajo ubicada en el municipio de Pasto, Departamento de Nariño, República de Colombia, a una altura de 2540 msnm, temperatura promedio de 14°C, precipitación anual promedio de 1084 mm y humedad relativa del 76%.

**Animales.** Para el trabajo se emplearon 5 cuyes machos adultos fistulados a nivel de ciego, según la técnica descrita por Apréiz (1992).

**Prueba de digestibilidad *In situ*.** La metodología utilizada para esta prueba fue la descrita por Orskov (1982). A través de la cánula se incubaron bolsas (una por animal) de cada uno de los forrajes y a un tiempo de incubación de 0, 12, 24 y 48 horas.

**Tratamientos.** Los animales recibieron como alimento base forraje de aubade, kikuyo y alfalfa, se incubó en ellos muestras del mismo pasto suministrado. Los tratamientos corresponden a: T1: Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), T2: Pasto aubade (*Lolium sp*), T3: Alfalfa (*Medicago sativa*).

**Diseño experimental y análisis estadístico.** Se empleó un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones.

El tiempo de incubación fue utilizado como criterio de bloqueo. El modelo estadístico aplicado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + F_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta del tratamiento  $i$  bloque  $j$ ;

$\mu$  = media general del experimento;

$F_i$  = efecto del tratamiento ó forraje  $i$ ;

$E_{ij}$  = componente aleatoria llamada error experimental, debido al tratamiento  $i$ , tiempo  $j$ .

Los datos finales obtenidos fueron procesados mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1985), utilizando el procedimiento proc glm y proc corr; la comparación de medias ante la presencia de diferencias estadísticas se realizó mediante la prueba de Tukey.

**Formulación de hipótesis.** Se plantearon las siguientes hipótesis:

$$H_0: = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: = \mu_1 \neq \mu_2 \text{ (existe por lo menos diferencia detectable)}$$

**Técnicas de laboratorio.** Se realizó el análisis proximal de Weende para materia seca y Van Soest para Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Acido (FDA) Hemicelulosa y Celulosa de acuerdo a los procedimientos descritos por la AOAC (1990).

**Prueba de degradabilidad.** La degradabilidad *in situ* de las diferentes fracciones se determinó teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$CD = (MI - ME)/MI * 100,$$

Donde: CD = coeficiente de digestibilidad;

MI = material que ingresa;

ME = material que egresa.

Se evaluó la digestibilidad *in situ* de las fracciones: materia seca, FDN, FDA, Celulosa y Hemicelulosa.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Digestibilidad *In situ* de la materia seca (DMS).** Se encontraron diferencias ( $P < 0.01$ ) entre forrajes en todos los tiempos de incubación, salvo a las 0 horas. El aubade y alfalfa presentaron degradabilidades superiores al kikuyo con valores de 74.59%, 67.78% y 49% respectivamente a las 48 horas; estos valores pueden explicarse en razón a que los componentes proteico y energético de los dos primeros son los que más se acercan a los requerimientos del cuy y por ende constituyen un mejor sustrato para la microbiota cecal; puesto que dietas balanceadas presentan mayor aprovechamiento de los nutrientes que las componen (Apráez, 2002). Adicionalmente, la baja desaparición observada en el kikuyo quizá obedeció a que el forraje procedía de praderas naturales sin ningún tipo de manejo ni fertilización; factores que ejercen influencia directa en la composición de la planta y disponibilidad biológica de los nutrientes (Crespo *et al.*, 1986).

**Digestibilidad *In situ* de la fibra detergente neutro (DFDN).** Se observaron diferencias entre forrajes ( $P < 0.01$ ) a las 12, 24 y 48 horas de incubación a las 0 horas no hubo diferencias y oscilaron entre 5.13% y 6.57%; cabe destacar que la digestibilidad de la FDN del aubade (70.26%) superó a la alfalfa (38.08%), lo que permite deducir que la fibra de este pasto es más fácilmente degradada por la microbiota alojada en el ciego del cuy.

Adicionalmente, la digestibilidad de la FDN del aubade pudo verse favorecida por una mayor solubilidad de la hemicelulosa; ya que esta es un heteroglucano de menor resistencia al ataque de los microorganismos (Acosta y Moncayo, 2002). No obstante, los contenidos de hemicelulosa no presentaron relación directa con la digestibilidad de la FDN, los mayores niveles de lignina en kikuyo y alfalfa posiblemente causaron una interferencia en la digestibilidad de la fibra de estos dos forrajes. De otro lado, se encontró que el kikuyo precisa de un tiempo inicial de ataque más prolongado en comparación con la alfalfa, esto se explica porque las características de unión de la lignina con la celulosa y hemicelulosa en la FDN supone en mayor o menor magnitud de un trabajo digestivo previo para convertirse en una fuente energética real (Bondi, 1.988).

**Digestibilidad *In situ* de la fibra detergente ácido (FDA).** Los valores

obtenidos para esta fracción indican similitud estadística entre tratamientos a las 0 y 12 horas de incubación mientras que a los tiempos 24 y 48 se observaron diferencias entre tratamientos ( $P < 0.01$ ), posteriormente el comportamiento descrito hasta el final del período es semejante al presentado por la fibra detergente neutro, en el cual el aubade supera ( $P < 0.05$ ) a kikuyo y alfalfa en un 42.51% y 40.52% respectivamente.

La digestibilidad de la FDA en líneas generales reflejó una relación directa con la FDN, a pesar de que la degradabilidad de la FDA es proporcionalmente menor a la de los materiales solubles en detergente neutro especialmente cuando la lignina no ejerce mayor influencia. Lo anterior explica la mayor degradabilidad de la pared celular mostrada por el aubade, la cual se relaciona también con el menor contenido de lignina en su composición bromatológica (7.64%). De igual manera, los menores desapariciones observadas en kikuyo y alfalfa posiblemente estuvieron relacionadas con los mayores porcentajes de FDA y lignina de estos forrajes, además por el llamado artefacto lignocelulósico a través del cual grupos funcionales hidroxilo y carboxilo se combinan para dar lugar a enlaces de diferentes características (Bondi, 1988). Lo anterior permite deducir que posiblemente existió una alta participación de estos últimos en la pared celular del kikuyo y alfalfa que le confieren una baja digestibilidad de la FDA.

**Digestibilidad *In situ* de la celulosa.** No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos para los tres primeros tiempos de incubación (0, 12 y 24) mientras que a las 48 horas si las hubo ( $P < 0.01$ ). A las 48 horas de incubación el tratamiento con mayor coeficiente de degradabilidad fue el aubade con 46.44% seguido del kikuyo con 39.76%. El menor porcentaje se observó en la alfalfa con 31.78%. La uniformidad en la degradabilidad descrita por los tres tratamientos analizados a los tres tiempos iniciales de incubación permite inferir que la celulosa es atacada lentamente por los microorganismos cecales y solo se observan diferencias hacia los tiempos avanzados de incubación. Así mismo, las diferencias encontradas a favor de aubade, permiten deducir que la fibra del pasto kikuyo es de menor calidad (Burgos y Luna 1984).

**Digestibilidad *In situ* de la hemicelulosa.** Se encontraron diferencias entre tratamientos ( $P < 0.01$ ) a las horas de incubación 24 y 48, los tiempos

0 y 12 presentaron coeficientes de digestibilidad similares estadísticamente entre tratamientos. Los mayores valores fueron para aubade y alfalfa a las 24 horas con porcentajes de 44.67 y 47.59% respectivamente; en tanto que kikuyo mostró el menor coeficiente (31.056%). Hacia el tiempo final de incubación la tendencia de degradabilidad se mantiene, siendo superiores aubade y alfalfa con porcentajes de 80.32% y 72.82% respectivamente; el kikuyo presentó el menor coeficiente 49.87%. Es importante destacar que la desaparición *In situ* de la hemicelulosa fue superior a todas las fracciones evaluadas contenidas en la materia seca de los forrajes.

Los resultados obtenidos confirman lo expuesto para las variables FDN y FDA por la estrecha relación que presentan estas fracciones en especial para el comportamiento observado en el pasto kikuyo, lo que hace suponer de la existencia de asociaciones lignohemicelulósicas que dificultaron el trabajo microbiano a nivel de ciego. Los bajos coeficientes encontrados en el pasto kikuyo se pueden explicar por la falta de sincronización en la disponibilidad de nitrógeno respecto a la energía ya que este es uno de los factores de mayor influencia en la utilización de la fibra por las consecuencias del bajo crecimiento microbiano y deficiente fermentación de los carbohidratos estructurales que esto causa (Bondi 1.988). En líneas generales se concluye, que el pasto aubade presentó los mayores coeficientes de digestibilidad de todas las fracciones analizadas y el kikuyo los menores valores, para el caso de la alfalfa los resultados fueron intermedios, lo cual concuerda con lo reportado en la literatura sobre estos forrajes en ensayos realizados mediante el método *In vivo* en cuyes.

## CONCLUSIONES

La degradabilidad *In situ* de la fibra obtenida mediante la técnica de fistulación cecal en cuyes y el comportamiento de la desaparición de las diferentes fracciones permiten confirmar la validez de esta técnica en la valoración nutritiva de forrajes.

Los resultados de la degradabilidad de los forrajes mediante la técnica *In situ* en cuyes, arrojaron resultados acordes a los esperados, con tendencias y comportamientos similares a los descritos mediante otros métodos e

Inclusive en otras especies animales tal es el caso de la técnica *In vivo* en cuyes e *In situ* en bovinos.

Las degradabilidades observadas en esta investigación constituyen un referente importante para ser utilizado en los programas de suplementación alimenticia en un plantel cuyícola

**Degradabilidad *In situ* de las diferentes fracciones de Kikuyo (*Penisetum clandestinum*), aubade (*Lolium sp*) y alfalfa (*Medicago sativa*) obtenida mediante fistulación cecal en cuyes (*Cavia porcellus*).**

TRATAMIENTO	MATERIA SECA			
	HORA			
	0	12	24	48
Kikuyo	2,601 <sup>A</sup> ± 0.132	22,374 <sup>B</sup> ± 2.092	33,314 <sup>B</sup> ± 9.120	49 <sup>C</sup> ± 7.250
Aubade	5,038 <sup>A</sup> ± 2.071	35,468 <sup>A</sup> ± 2.559	45,674 <sup>A</sup> ± 14.97	74,59 <sup>A</sup> ± 10.99
Alfalfa	3,561 <sup>A</sup> ± 0.105	27,764 <sup>A</sup> ± 7.934	41,33 <sup>A</sup> ± 6.72	67,784 <sup>A</sup> ± 5.227
	FDN			
	HORA			
	0	12	24	48
Kikuyo	5,13 <sup>A</sup> ± 0.485	7,406 <sup>B</sup> ± 2.495	12,346 <sup>C</sup> ± 1.671	44,618 <sup>B</sup> ± 7.875
Aubade	6,57 <sup>A</sup> ± 1.9685	20,592 <sup>A</sup> ± 0.610	39,798 <sup>A</sup> ± 6.368	70,266 <sup>A</sup> ± 7.527
Alfalfa	5,13 <sup>A</sup> ± 0.485	9,642 <sup>B</sup> ± 1.442	19,772 <sup>B</sup> ± 4.692	38,082 <sup>C</sup> ± 7.243
	FDA			
	HORAS			
	0	12	24	48
Kikuyo	4,956 <sup>A</sup> ± 0.105	6,352 <sup>A</sup> ± 1.297	10,274 <sup>B</sup> ± 2.59	33,284 <sup>B</sup> ± 8.515
Aubade	6,493 <sup>A</sup> ± 2.38	10,064 <sup>A</sup> ± 0.359	28,718 <sup>A</sup> ± 0.486	57,89 <sup>A</sup> ± 7.244
Alfalfa	4,95 <sup>A</sup> ± 0.105	6,33 <sup>A</sup> ± 0.755	14,732 <sup>B</sup> ± 1.563	34,434 <sup>B</sup> ± 6.184



TRATAMIENTO	CELULOSA			
	HORA			
	0	12	24	48
Kikuyo	5,703 <sup>A</sup> ± 0.09	6,39 <sup>A</sup> ± 0.770	18,594 <sup>A</sup> ± 1.499	39,762 <sup>B</sup> ± 3.488
Aubade	5,16 <sup>A</sup> ± 1.0777	6,424 <sup>A</sup> ± 0.641	17,184 <sup>A</sup> ± 1.571	46,448 <sup>A</sup> ± 3.439
Alfalfa	5,703 <sup>A</sup> ± 0.09	8,408 <sup>A</sup> ± 0.731	19,876 <sup>A</sup> ± 1.358	31,784 <sup>C</sup> ± 4.329
	HEMICELULOSA			
	HORA			
	0	12	24	48
Kikuyo	5,5 <sup>A</sup> ± 1.964	15,018 <sup>A</sup> ± 3.169	31,056 <sup>B</sup> ± 2.996	49,87 <sup>B</sup> ± 9.578
Aubade	5,906 <sup>A</sup> ± 2.069	17,888 <sup>A</sup> ± 3.210	44,674 <sup>A</sup> ± 2.489	80,324 <sup>A</sup> ± 8.511
Alfalfa	5,5 <sup>A</sup> ± 1.964	17,042 <sup>A</sup> ± 4.171	47,594 <sup>A</sup> ± 8.827	72,826 <sup>A</sup> ± 3.178

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ )

### Análisis bromatológico del Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Aubade (*Lolium sp.*) y Alfalfa (*Medicago sativa*).

Tratamiento	Materia seca	Fibra detergente		Celulosa	Hemicel	Lignina	Edad (días)
		Neutro	Acido				
Kikuyo	16.4	69.17	36.13	24.25	33.04	11.88	---
Aubade	15.30	51.50	26.85	19.21	24.65	7.64	60
Alfalfa	19.28	58.37	34.82	22.12	23.55	12.70	45

## BIBLIOGRAFIA

ACOSTA, W. y MONCAYO, O. Valor nutritivo del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo dos sistemas de labranza y diferentes niveles de fertilización orgánica y/o mineral en zona de ladera. Pasto, Colombia. 2002. p. 157. Trabajo de grado (zotecnista). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de zootecnia. 212p.

Association of official Analytical Chemist – AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15 ed. Arlington, Virginia. 1141 p

APRAEZ, E. Comportamiento productivo del cuy (*Cavia porcellus*) alimentado con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) obtenido bajo diferentes métodos de atención cultural. La Habana, Cuba. 2002. p. 208. Trabajo de grado (Doctor en ciencias veterinarias). Universidad Agraria de la habana, Facultad de Medicina Veterinaria, Departamento de Producción Animal.

\_\_\_\_\_, El Análisis químico de los alimentos. Pasto – Colombia. Editorial Universitaria. Universidad de Nariño. 1992. 86p.

BONDI, Aron. 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.

CRESPO, G., ASPIOLA, J. y LOPEZ M. Nutrición de pastos. En: Revista de Instituto de Ciencia Animal. Cuba, Vol. 4, No. 2, (Febrero, 1986): 46-48.

ORSKOV, O. Nutrición proteica de los rumiantes. Acribia – España. 1982. 550p.

SAS User's Guide: Statistics. Version 5 Edition. SAS Institute Inc. SAS, Cary, NC. 1985. 220 p.