

Producción de gas in vitro y metano entérico de los principales forrajes utilizados en fincas comerciales de Costa Rica*

Carlos M. Campos-Granados¹, José Arce-Cordero¹, Augusto Rojas-Bourrillon¹, Luis Villalobos-Villalobos¹.

¹Centro de Investigación en Nutrición Animal y Escuela de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica.

Se determinó la producción de gas in vitro y de metano de nueve forrajes (Estrella africana, Kikuyo, Ryegrass perenne, Ratana, Braquipará, *Brachiaria brizantha* var. Toledo, *Pennisetum purpureum* var. Camerún, Morera y *Cratylia argentea* var. Veraniega) utilizados en los sistemas de producción comercial de Costa Rica.

El estudio fue realizado en ocho fincas comerciales de lechería especializada, doble propósito y engorde, ubicadas en Pérez Zeledón (San José), San Ramón (Alajuela), Río Frío (Heredia), Ochomogo (Cartago), San Juan de Chicué (Cartago), Guápiles (Limón) y Aguas Zarcas (Alajuela), abarcando gran variedad de tipos de suelo y condiciones agroclimáticas, las cuales ejercen influencia en el manejo de los forrajes, así como sobre su composición nutricional y características agronómicas.

Se realizaron tres muestreos en distintos momentos para cada forraje; en el caso de los forrajes de piso, las muestras se tomaron en pre-pastoreo utilizando la técnica de simulación de pastoreo (Botanal[®]) y en el caso de los forrajes de corte, la muestra se tomó directamente del material cosechado listo para ser ofrecido para el consumo de los animales.

Las muestras obtenidas en el campo se ingresaron al Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA), para realizarles los análisis de: materia seca, proteína cruda (AOAC 2001,11), extracto etéreo (AOAC 920.39), cenizas (AOAC 942.05), fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina (Van Soest y Robertson, 1985), digestibilidad in vitro de la materia seca (Van Soest et al., 1979), fraccionamiento de la proteína (Licitra et al., 1996), producción de gas in

*Proyecto inscrito en la Vicerrectoría de Investigación No. 739-B1-530. Universidad de Costa Rica.

vitro (ANKOM Gas Production System, 2012) y producción de metano (Menke y Steingass, 1988). Posterior a la obtención de los datos, se procedió a realizar los análisis estadísticos pertinentes mediante el uso del software estadístico SAS (SAS Institute, 2003).

Se concluye que los análisis de composición nutricional de los forrajes analizados durante el período experimental muestran diferencias significativas para los nutrientes analizados, con excepción del contenido de lignina, proteína degradable, proteína sobrepasante y metano. En el caso de la producción de gas, este es un dato que indica la agresividad de la fermentación y la generación de productos secundarios como los gases. Estos gases producto de la actividad microbiana varían en su composición de acuerdo con distintos factores como: tipo de microorganismos presentes y sustratos aportados por el forraje en este caso particular. Por esta razón el dato de producción de gas total no describe necesariamente de manera precisa el proceso fermentativo, por ello se determina la composición del gas generado durante la fermentación controlada, principalmente para obtener el valor de gas metano producido.

Existen diferencias entre especies forrajeras en la emisión de metano que están asociadas a diferencias en las concentraciones de fibra, a variaciones en la tasa de pasaje y a la presencia de metabolitos secundarios. Mayores concentraciones de fibra reducen las tasas de pasaje, el consumo de materia seca y aumenta la producción de metano por unidad de materia seca consumida.

Existen oportunidades para reducir las emisiones de metano por unidad de materia seca consumida cuando las prácticas de manejo de las pasturas aumenten las tasas de pasaje y el consumo voluntario. Además el aumento en el consumo conllevaría a la reducción de emisiones de metano por unidad de producto animal.

Cuadro 1. Composición nutricional promedio de nueve forrajes utilizados en los sistemas de producción comercial de Costa Rica.

Forraje	MS (%)	PC (%)	EE (%)	Ce (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lig (%)	DIVMS (%)	PCDeg (%)	PCSob (%)	PCNap (%)
Estrella africana	22,7 ^{abc}	15,4 ^{bcd}	2,8 ^b	7,9 ^{ed}	61,9 ^{ab}	32,7 ^d	2,3 ^a	51,2 ^b	47,2 ^a	46,6 ^a	6,2 ^c
Kikuyo	14,5 ^e	22,6 ^a	3,4 ^{ab}	12,4 ^{ab}	51,6 ^c	26,7 ^e	1,4 ^a	59,5 ^{ab}	46,9 ^a	48,0 ^a	5,1 ^c
Ryegrass	14,5 ^e	22,6 ^a	6,6 ^a	12,4 ^{ab}	29,5 ^d	18,9 ^f	2,5 ^a	82,9 ^a	60,1 ^a	34,3 ^a	5,5 ^c
Ratana	21,5 ^{bcd}	12,7 ^{bcde}	2,8 ^b	9,2 ^{cde}	58,4 ^{abc}	31,8 ^d	2,5 ^a	53,8 ^b	26,4 ^a	64,8 ^a	8,8 ^{bc}
BraQUIpará	17,6 ^{cde}	16,6 ^{bc}	3,4 ^{ab}	10,2 ^{bcd}	55,0 ^{bc}	30,5 ^{de}	1,8 ^a	56,3 ^b	47,0 ^a	47,7 ^a	5,3 ^c
Toledo	27,1 ^{ab}	13,8 ^{bcd}	3,6 ^{ab}	7,9 ^{ed}	62,5 ^{ab}	34,3 ^{cd}	2,4 ^a	65,9 ^{ab}	37,6 ^a	57,4 ^a	5,0 ^c
Camerún	15,0 ^{ed}	10,0 ^{ed}	2,2 ^b	13,1 ^a	66,7 ^a	43,6 ^a	5,1 ^a	47,3 ^b	31,6 ^a	50,3 ^a	18,1 ^a
Morera	25,9 ^{ab}	11,3 ^{cde}	2,4 ^b	7,2 ^e	51,0 ^c	38,9 ^b	5,7 ^a	56,3 ^b	26,4 ^a	64,8 ^a	8,8 ^{bc}
Cratylia	29,2 ^a	52,1 ^b	4,5 ^{ab}	7,6 ^e	50,1 ^c	40,5 ^{ab}	7,2 ^a	52,1 ^b	39,1 ^a	40,5 ^a	20,4 ^a

MS: materia seca. PC: proteína cruda. EE: extracto etéreo. Ce: cenizas. FDN: fibra detergente neutro. FDA: fibra detergente ácido. Lig: lignina. DIVMS: digestibilidad in vitro de la materia seca. PCDeg: proteína degradable. PCSob: proteína sobrepasante. PCNap: proteína no aprovechable.

Medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Cuadro 2. Producción in vitro promedio de gas y de metano de nueve forrajes utilizados en los sistemas de producción comercial de Costa Rica.

Forraje	Producción de gas (L/kg MS)	Producción de gas (L/kg MS digestible)	Producción de metano (L/kg MS)	Producción de metano (L/kg MS digestible)
Estrella africana	192,50 ^{abc}	375,98 ^a	6,20 ^a	12,11 ^a
Kikuyo	220,5 ^{ab}	370,59 ^a	11,10 ^a	18,66 ^a
Ryegrass	116,8 ^{bc}	140,89 ^a	17,10 ^a	20,63 ^a
Ratana	209,8 ^{abc}	389,96 ^a	3,85 ^a	7,16 ^a
Braquipará	299,5 ^a	531,97 ^a	8,30 ^a	14,74 ^a
Toledo	61,6 ^c	93,47 ^a	12,40 ^a	18,82 ^a
Camerún	119,4 ^{bc}	252,43 ^a	3,40 ^a	7,19 ^a
Morera	87,3 ^{bc}	155,06 ^a	3,70 ^a	6,57 ^a
Cratylia	209,8 ^{abc}	402,69 ^a	4,40 ^a	8,45 ^a

MS: materia seca. L: litros. kg: kilogramos.

Medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0,05$).